This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 292 844

Eug. W. Hilgard. 57.

Ueber

den Gebirgsbau

in den

Alpen, Apenninen und Karpathen,

namentlich

um einen Uebergang aus sekundären Gebilden in tertiäre darzuthun,

und

über die Entwicklung eocener Ablagerungen im südlichen Europa.

Von

R. J. Murchison.

Bearbeitet

von

Gustav Leonhard,

Doctor der Philosophie, Privatdocent an der Universität zu Heidelberg, der dasigen Gesellschaft für Naturwissenschaft und Heilkunde, der K. Russischen mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg, der K. Preußischen Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, des Mannheimer Vereins für Naturkunde, der Wetterau'schen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, der Rheinischen naturforschenden Gesellschaft in Mainz, der Gesellschaft für Beförderung der Naturwissenschaften in Freiburg, der Pollichia in der Bayerischen Pfalz, und des landwirthschaftlichen Vereins in Baden Mitglied.

Mit einer lithographirten Profiltafel.

Stuttgart,

Verlag von J. B. Müller.

1850.

GE260
M4

UNIV. OF
CALIFORNIA

UNIV. OF CALIFORNIA

Einleitung.

Der berühmte Sauſſure verſuchte es bereits, die mannigfaltigen Felsmaſſen, welche die Alpen zuſammenſetzen, nach ihren mineralogiſchen Characteren zu unterſcheiden. Geraume Zeit verfloß indeſſen, bis man nur einigermaßen eine Vergleichung derſelben mit den in anderen Theilen Europa's auftretenden Geſteinen — die durch ihre Lagerungsweiſe, durch ihre organiſchen Reſte ſchon längſt beſtimmt worden waren — wagen konnte. Ein neues Feld bot ſich den Geologen, als Brochant im Jahre 1808 ſeine Anſicht ausgeſprochen hatte: daß die ſo weit verbreiteten kryſtalliniſchen Felsgebilde in den Central- und Savoyer-Alpen — welche bisher für primitive gehalten wurden — neptuniſchen Urſprungs ſeien und der „Uebergangs-Periode" angehörten. Buckland ging alsbald noch weiter: er ſtellte die ſogenannten Uebergangs-Gebilde Brochant's den ſecundären Geſteinen der britiſchen Inſeln gleich*). Angeregt durch ein ſolches Beiſpiel, widmeten Brongniart, L. v. Buch, Elie de Beaumont, Boué, Lill von Lilienſtein und Andere ihre Unterſuchungen den Alpen; Sedgwick und

*) Vergl. Annals of Philosophy, an. 1821, vol. XVII., pag. 450. Wir müſſen übrigens dem verſtorbenen Bakewell Gerechtigkeit widerfahren laſſen, der in demſelben Sommer, wie Buckland, die Savoyer Alpen und die Tarentaiſe durchwanderte und zu gleichen Reſultaten gelangte. (Travels in the Tarentaise and various Parts of Grecian and Pennine Alpes, vol. II. pag. 410.) Was meine eigenen Forſchungen betrifft, ſo bemerke ich nur, daß ich im Jahre 1829 die Meeralpen beſuchte und ſpäter, in Geſellſchaft von Lyell, die Umgebungen von Turin und das Vicentiniſche. Den Herbſt deſſelben Jahres brachte ich in der Gegend von Baſſano zu und kehrte durch die Tyroler Alpen zurück. Im Jahre 1829 unterſuchten Sedgwick und ich die öſtlichen Alpen, Steiermark und Illyrien; 1830 wanderte ich allein durch die öſtlichen Alpen zurück und ſah ſie erſt im Jahre 1847 wieder. Gemeinſchaftlich mit Zeuſchner ſtellte ich Beobachtungen von Krakau bis zu den Karpathen an, und in den Jahren 1847 und 1848 ſammelte ich das Material für vorliegende Schrift.

415407

ich machten in einem Aufsatze *) unsere Ansichten bekannt, der von einer allgemeinen Karte der östlichen Alpen begleitet wird. Seitdem hat man in der Kenntniß des Gebirges bedeutende Fortschritte gemacht, und es regte sich in mir das Verlangen, die früher durchforschten Gegenden mit den von mir noch unbesuchten der Alpen zu vergleichen, welche bereits durch Entdeckungen meiner Zeitgenossen bekannter geworden waren. Hauptsächlich bewog mich der Umstand, daß ich gewisse, früher gesehene Phänomene durchaus nicht vereinigen konnte mit den gegenwärtig fast in jedem geologischen Handbuch oder auf jeder Karte dargelegten Ansichten, daß nämlich die sogenannten Kreide-Ablagerungen der Alpen und Italiens unmittelbar von den jüngsten Tertiär-Schichten bedeckt würden, ohne daß irgend ein eocenes oder älteres Tertiär-Gebilde seine Stelle dazwischen einnähme. Nur eine kleine Strecke (das Vicentinische) hielten Einige für älteren tertiären Gesteinen angehörig, während Andere solche der Kreide-Gruppe zutheilten. Sollten sich Sedgwick und ich geirrt haben in Betreff des Alters der Gosau-Gebilde? und doch boten sich dort so gute Beweise für einen Uebergang aus der secundären in die tertiäre Gruppe. So war ich z. B. fest überzeugt, daß bei den Profilen am Abfall der venetianischen Alpen bei Bassano, welche ich der geologischen Gesellschaft, ehe ich die österreichischen Alpen besuchte, vorlegte, kein Irrthum obwalten konnte — und die Profile zeigten deutlich einen Uebergang von der Kreide zu den ältesten Tertiär-Schichten, und dann zu neueren Ablagerungen mit Subapenninen-Muscheln **). Es bildeten diese unläugbaren Thatsachen gleichsam den Grund für unsere, später auf die Oesterreicher Alpen ausgedehnte Meinung. Dagegen konnte man die Muscheln-führenden Ablagerungen im Vicentinischen — wie es Brongniart auch erwiesen — nur für ältere tertiäre halten; war dies der Fall, so mußten sich — wie wir schloßen — in anderen Theilen der Alpen Aequivalente finden. Die tieferen Schichten der Gosau-Ablagerungen hielten wir damals, auf die Versteinerungen gestützt, für Kreide-Gebilde; aber bestimmt durch die überwiegende Anzahl von Gasteropoden, die sonst in tertiären Gesteinen so häufig sind, und durch das Aussehen der weichen, losen Ablagerungen, die einen so schroffen Contrast gegen die Secundär-Gebilde boten, auf welchen sie ruhen, glaubten wir, daß der obere, Muschelnführende Theil der Gruppe einen Uebergang der Kreide in die unmittelbar über derselben liegenden Schichten wahrnehmen lasse, wie es am Abfall der Venetianer Alpen zu sehen ist. Mein letzter Besuch in Gosau im Jahre

*) Transactions of the Geological Society, vol. III. (Sec. Ser.) pag. 301, und Phil. Mag. and Ann. of Phil. N. S. vol. III., Aug. 1830.

**) Phil. Mag. and Annals, June 1830, und Proceed. Geol. Soc. Lond. vol. I., pag. 137.

1847 in Gesellschaft Verneuil's überzeugte mich indessen, daß meine frühere Meinung aufgegeben werden müsse. Ich glaube jetzt, daß die mergeligen und erdigen, Versteinerungen enthaltenden Schichten des Thales als Aequivalente des Gault, oberen Grünsands und der unteren Kreide anzusehen sind*). Aber wenn sich dieselben wirklich als der Kreide angehörig erwiesen, so blieben die Profile von Bassano und Asolo, von Untersberg und Kressenberg, um das Vorhandensein anderer und jüngerer Gesteine darzuthun. Wenn ich aber behaupte, daß die Gosau-Ablagerungen, ihren Petrefacten zufolge, der Kreide-Epoche angehören, muß ich gegen den Schluß mich verwahren, daß die darüber befindlichen Sandsteine und Schiefer in diesem Thale gleichfalls zu jener Formation zu rechnen seien. Der Hauptwechsel, welchen ich (nicht ohne manchen Zweifel) zur Sprache bringe, ist, daß der mächtige Streifen grüner Sandsteine, unreiner Kalksteine und kalkiger Schiefer u. s. w., welche die äußere Zone der nordöstlichen Alpen unter dem Namen „Flysch" oder Wiener-Sandstein, als Repräsentant des Grünsandes und der Kreide von England und Frankreich galt. Es ist wohl unnöthig, hier die Gründe anzuführen für eine Meinung, die mein Gefährte und ich mit so vielen Geologen der Jetztzeit theilten. In Ermangelung von Petrefacten mußten wir uns etwas durch die mineralogischen Charactere leiten lassen, namentlich in den östlichen Alpen, wo die ganze Grünsandstein-Zone unmittelbar auf die als „Alpen-Kalkstein" bezeichneten Felsmassen folgt, deren höherer Theil von unseren Vorgängern als Vertreter der oberen Jura-Gruppe angesehen ward.

Da wir einmal überzeugt waren, daß die große, auf den Jura folgende Grünsandstein-Gruppe zur Kreide gehöre, und daß Nummuliten mit derselben auftraten, schloßen wir auch, daß die fossilen Reste gleichsam eine Verbindung zwischen den älteren tertiären und den jüngeren secundären Gebilden ausmachten — eine Meinung, von welcher ich jetzt gänzlich zurückgekommen bin. Ich habe nun die Ansicht, daß keine Art des Geschlechtes der **Nummulina** (*d'Orb.*) in den Alpen in Schichten unter der Kreide oder deren Aequivalenten getroffen wird. Jedoch mögen die Geologen sich erinnern, daß zur Zeit, als wir unseren oben erwähnten Aufsatz schrieben, man von einer Entwickelung der unteren Kreide-Gruppe im südlichen Europa wenig wußte — daß eine „Neocomien-Formation" gänzlich unbekannt war, daß es Niemand ahnte, die mächtige Decke des sogenannten Alpen-Kalksteines, welche damals zum oberen Oolith gerechnet wurde, würde sich später als

*) Boué meinte, daß die Petrefacten von Gosau auf den unteren Grünsand verwiesen, während mein Gefährte und ich die Schichten für der Kreide und unteren Tertiär-Gruppe angehörig hielten. Boué und ich sind jetzt der Ansicht, daß die nummulitischen und Flysch-Gebilde über der Kreide liegen.

ein Aequivalent der losen Schichten von Sand und Schiefer erweisen, die man in England als unterer Grünsand bezeichnete. Die wenigen secundären Petrefacten, welche wir damals in Schichten über Lias- oder Jura-Versteinerungen-führenden Gebilden entdecken konnten, waren charakteristisch für die Kreide-Gruppe, und so vermutheten wir, durch Hebungen bedingte Störungen außer Acht lassend, daß die „Flysch" genannte Gruppe, welche so viel Grünsand enthielt, und als Ganzes ihre Stelle gleichsam zwischen den muthmaßlichen Jura-Gebilden und den bekannten tertiären Gesteinen erhielt, wohl gleichen Alters seyn müßte mit anderen Schichten von sandigem Mergel und von Kalkstein, die gleichfalls häufig Grünerde-Körner und Kreide-Petrefacten führen. Einzelne Theile der Gosau-Ablagerungen, so wie der Gebilde beim Untersberg zeigten ebenso die Merkmale des „Flysch", und auf diese Weise glaubten wir, daß derartige, Kreide-Petrefacten führende, isolirte Ablagerungen einfache Oasen in der großen Grünsand-Formation seien.

Ich habe mich nun genügend überzeugt, daß der sogenannte Flysch den oberen Theil des Nummuliten-Gebietes ausmacht, und daß die untersten Schichten mit Nummuliten sämmtlich über solchen Gebilden ihre Stelle einnehmen, die als Aequivalente der weißen Kreide im nördlichen Europa gelten. Außerdem will ich noch darzuthun versuchen, daß zwischen den Vertretern der Kreide und den untersten Nummuliten-Kalksteinen, Schichten von oft beträchtlicher Mächtigkeit erscheinen, die — es seien nun Mergel, Gründsandsteine oder unreine Kalksteine — jenen wahrhaften Uebergang wahrnehmen lassen, dessen ich oben gedachte, und der allerdings zwischen secundären und tertiären Gebilden in den Alpen Statt findet.

Die Anwendung dieser Classification auf die Alpen, Apenninen und Karpathen, wo allenthalben ähnliche nummulitische Kalksteine und Sandsteine auftreten, dürfte wohl einige Beachtung verdienen, zumal wegen der mannigfaltigen Ansichten, welche über die fraglichen Ablagerungen herrschen. So ist z. B. auf der vortrefflichen Karte von Dechen's die Zone, welche der Flysch in den östlichen Alpen einnimmt, als Aequivalent der unteren Kreide-Gebilde angenommen, ohne einen Vertreter der wahren Kreide; und bei der Bezeichnung der secundären Formationen in der Schweiz, ist die Kreide-Epoche gänzlich weggelassen, und die Molasse wird als in Berührung mit Jura-Gebilden dargestellt. Und doch ist dies gerade die Gegend, wo die ganze Kreide-Gruppe sich in ihrer vollen Entwickelung zeigt, von mächtigen Schichten des Nummuliten-Kalksteins und Flysch bedeckt. Auf der nämlichen Karte werden die Ablagerungen im Vicentinischen als untere tertiäre angegeben, während sie in Wirklichkeit nur eine Muscheln führende Abtheilung derselben großen, über der Kreide liegenden, Schichten-Reihe sind, welche den Nummuliten-Kalkstein und Flysch umfaßt.

Auf der neuen geognostischen Karte der österreichischen Monarchie ist der Flysch der nämlichen fraglichen Zone, oder wenigstens ein Theil, als Keuper bezeichnet. Auf der italienischen Seite der Alpen und in den Apenninen sind einige Ablagerungen als zur Kreide gehörig colorirt und (auf Collegno's neuer Karte) mit sämmtlichen Gebilden unterhalb des unteren Grünsandes oder Neocomien einschließlich vereint. Dies geschah hauptsächlich in Folge der Ansichten von Elie de Beaumont und Dufrénoy, welche, auf solche Grundsätze gestützt, ihre ausgezeichnete geognostische Karte von Frankreich colorirten. Die Schlüsse dieser Geologen sind auf die Thatsache gegründet, daß die nummulitische Gruppe, den Flysch der Alpen inbegriffen, an allen den Störungen Theil hatte, welche die darunter befindliche Kreide-Gruppe erlitten. Wenn ich auch zugebe, daß die physischen Verhältnisse derartig sind, so behaupte ich dennoch, daß wir keine vergleichende geologische Chronologie zwischen den Schichten im nördlichen und im südlichen Europa aufstellen können, wenn wir nicht die fragliche Gruppe als wirklich unter-tertiäre ansehen, um so mehr, da dieselbe über Gesteinen mit Kreide- oder secundären Versteinerungen ruht, eine eocene Fauna besitzt und in aufsteigender Ordnung von Ablagerungen mit jüngeren Tertiär-Petrefacten bedeckt wird.

In der ersten Abtheilung dieser Schrift will ich, in ansteigender Ordnung, eine gedrängte Skizze der sedimentären Gebilde geben, welche die ganze Alpenkette zusammensetzen. Nachdem ich die paläozoischen und secundären Formationen geschildert, soll von den Haupt-Veränderungen die Rede sein, welche sie in ihrer Erstreckung vom östlichen zum westlichen Theil des Gebirges erfuhren. Alsdann sollen die Verhältnisse der Kreide- und Nummuliten-Gebilde mit einiger Ausführlichkeit besprochen werden, so wie das Alter und die Beziehungen der jüngeren Tertiär-Ablagerungen in der Schweiz. Es wird diese Abtheilung endlich schließen mit einigen Bemerkungen über die Hauptbrüche, Umstürzungen und Biegungen, welche die sedimentären Schichten erlitten.

Alsdann folgt eine kurze Skizze meiner Ansichten über die Schichten-Reihe am nördlichen Alpen-Gehänge, und eine Erklärung der Anomalieen des sogenannten Karpathen-Sandsteines.

Die dritte Abtheilung betrifft vorzugsweise Italien und die Apenninen; sie enthält eine Uebersicht der organischen Reste und der Schichtenfolge, welche die wahre Nummuliten-Gruppe zusammensetzen — nicht allein im südlichen Europa, sondern auch in Egypten, Asien und in allen den Regionen, wo die fragliche Formation sich ausdehnt. Mit einem allgemeinen Ueberblick schließt die Schrift.

Erste Abtheilung.

Gebirgsbau in den Alpen.

Achtzehn Jahre sind verflossen, seit Sedgwick und ich die Kette der westlichen Alpen besuchten. Damals faßte man nur die einfachen Verhältnisse auf — die von einem Mittelpunkt krystallinischer Felsmassen gleichmäßig entwickelten „Uebergangs-Gebilde“ (die nun als „paläozoische“ bezeichnet werden) die secundären Gesteine, gänzlich umgeben von gewissen tertiären Ablagerungen. Indessen bemerken wir, daß den Geologen bei näherer Bekanntschaft mit dem Gebirge die scheinbare Einfachheit nicht täuschen wird, daß alle die durch Hebungen und Umstürzungen bedingten Phänomene hervortreten, in Folge deren jüngere Formationen nicht selten unter älteren einzufallen scheinen. Ungeachtet solcher Schwierigkeiten versuchten wir damals doch die alpinischen Gebilde in eine Reihe von Gruppen einzutheilen, und dieselbe mit den in England und anderen Gegenden entwickelten Systemen zu vergleichen. Noch hat sich die von uns gegebene Classification als richtig erwiesen und wird es auch größtentheils bleiben. Nur die, für die Kreide und die über derselben befindlichen Gesteine in den nordöstlichen Alpen gewählten Beispiele sind ungenau und dürften einige Veränderungen auf der Karte veranlassen.

Krystallinische und paläozoische Gebilde der Central-Axe.

In dieser Gruppe — welche jetzt paläozoische genannt wird — beobachteten wir die Häufigkeit von Encriniten in den kalkigen und chloritischen Schiefern der Tauern-Alp. Auch machten wir aufmerksam auf die Gegenwart von britischen Producten des Kohlen-Gebirges in den alten Felsmassen

vom Bleiberg in Kärnthen*). Wir wieſen alſo das Vorhandenſeyn von Petrefacten in Schichten nach, die einerſeits mit kryſtalliniſchen Gebilden, andererſeits mit jüngeren, Verſteinerungen-führenden Ablagerungen in Verbindung ſtanden. Die Vermuthungen, welche wir damals auf unſere Entdeckungen gründeten, wurden durch Beobachtungen in neuerer Zeit beſtätigt**) Erlach fand bei Dienten unſern Werfen in Uebergangs-Gebilden Petrefacten auf, die durch Hauer beſchrieben wurden. Verneuil und ich ſahen bei unſerem Beſuch in Wien einige von dieſen Verſteinerungen, und erkannten eine als Orthoceras gregarium, eine andere als Cardiola interrupta — beide charakteriſtiſche ober-ſiluriſche Petrefacten — begleitet von Cardium gracile (Münſter), welche Art bekanntlich bei Feugerolles in den ſiluriſchen Gebilden der Normandie vorkommt.

Die Kalkſteine der Umgebungen von Grätz am öſtlichen Ende der Kette enthalten Petrefacten der ſiluriſchen oder devoniſchen Epoche — vielleicht auch von beiden. Gemeinſchaftlich mit Verneuil unterſuchte ich die Gegend um jene Stadt, zumal den Hügel von Plautſch; es ſcheint, daß derſelbe einen chloritiſchen, ſandigen Kalkſtein zur Baſis hat, der nach oben in Sandſteine und Kalkſteine von dunkelgrauer und röthlicher Farbe übergeht, mit Zwiſchenlagern chloritiſchen Schiefers. Den Gipfel bildet ein dunkelgrauer, weißgeaderter Kalkſtein, reich an Corallen, unter dieſen Gorgonia infundibuliformis, Stromatopora concentrica, Cyathophyllum explanatum, C. turbinatum, C. hexagonum, C. caespitosum, Astraea porosa (Goldf.), Heliopora interstincta (Bronn), Favosites polymorpha (var. ramosa der devoniſchen Gebilde), Favosites spongites u. ſ. w. Da die meiſten dieſer Polypiferen ſich aus dem oberen ſiluriſchen in's devoniſche Syſtem ziehen, ſo dürfte die Beſtimmung der Kalkſteine von Plautſch noch einige Schwierigkeiten haben. Wir fanden aber auch Pecten grandaevus (Goldf.), Cyathocrinites pinnatus (Goldf.), Inoceramus inversus (Münſter), Orthoceras regularis und Goniatites, ferner eine ſeltſame große zweiſchalige Muſchel, die nicht allein bei Grätz, ſondern auch auf dem Gipfel von Plautſch getroffen wird, und die wir zuerſt für einen Strigocephalus hielten. Ein beſſeres Exemplar belehrte uns, daß es ein Pentamerus, vielleicht dem P. Knightii nahe ſtehend ſei. Bis mehr bezeichnende Petrefacten gefunden ſeyn werden, bleibt die Beſtimmung des paläozoiſchen Kalkſteines von Grätz — ob unter-devoniſch oder ober-ſiluriſch, zweifelhaft. Ausgedehntere Unterſuchungen in der ganzen

*) Phil. Mag. and Annals of Phil. vol. III., Aug. 1830.

**) Die genaue Stellung, welche die fraglichen Gebilde einnehmen, iſt in der von A. Morlot herausgegebenen „geologiſchen" Ueberſichtskarte der öſterreichiſchen Alpen beſtimmt.

Gegend — Rosthorn hat bereits manche wichtige Beobachtung gemacht — werden auch noch zur Entdeckung silurischer Petrefacten, gleich denen von Werfen, führen. Die Gegenwart von Producten des Kohlen-Gebirges bei Bleiberg in den Kärthner Alpen ist bereits bekannt*) und so hätten wir denn auf beiden Seiten der Hauptwasserscheide der östlichen Alpen hinreichende Ueberbleibsel paläozoischer Ablagerungen, um uns von dem früheren Vorhandensein beträchtlicher Massen dieses Systemes zu überzeugen. Auch wurden wir belehrt, daß große Strecken jener Gegend, die auf der früher von meinem Gefährten und mir herausgegebenen Karte dunkelroth colorirt sind, als Uebergangs-Gebilde, als ächte paläozoische Gesteine betrachtet werden müssen, die zum Theil eine krystallinische Massen-Beschaffenheit wahrnehmen lassen.

Wenn der Geolog die paläozoischen Gebilde in ihrem Streichen nach W.S.W. verfolgt, so wird ihm der Einfluß des Metamorphismus immer deutlicher werden. Schon im Westen von den Gasteiner Alpen und dem Groß-Glockner zeigen sich die zwischen dem aus Granit oder Gneuß bestehenden Gebirgskern und den anliegenden Wällen von Kalkstein befindlichen Felsmassen als talkige, chloritische oder glimmerige Schiefer, in denen auch keine Spur von Versteinerungen zu entdecken. Als ich im Jahre 1847 einzelne Theile der Mineral-Axe, östlich und westlich vom Meridian von Innsbruck, mit L. v. Buch und E. v. Verneuil durchwanderte, überraschte mich in hohem Grade der große Wechsel in der Gesteinsfolge, mit jener der nämlichen Gebilde auf der östlichen Seite verglichen. Da eignen sich chloritische und glimmerige Schiefer die Charactere des Gneißes an, ziehen sich bis zu den secundären Kalksteinen, ohne daß ein verbindendes Mittelglied erschiene. Die krystallinischen Schiefer im Finstermünz-Paß werden von glänzenden weißen Dolomit-Adern**) durchzogen, um gleichsam anzudeuten, wie bei dem großartigen Spiel, welches der Metamorphismus hier trieb, dünne untergeordnete Lagen und Adern von Kalkstein zu einem Netzwerk von Dolomit wurden.

Verfolgt man die Wasserscheide der Alpen aus Oesterreich in die Schweiz und von da in die Savoyer Alpen, so eröffnet sich ein immer weiteres Feld für den Metamorphismus. Nicht allein, daß jene Gesteine, die sich in ihrer östlichen Verlängerung als paläozoische zeigen, durch krystallinische ersetzt werden, sondern die Ausdehnung des Metamorphismus ist eine so

*) Verneuil und ich sahen im Jahre 1847 in Wien eine Sammlung von Bleiberger Petrefacten, unter welchen wir acht oder zehn characteristische Arten des Kohlen-Gebirges erkannten.

**) Diese schönen weißen Dolomite erlangen aber am Tage, unter Einfluß der Atmosphärilien, alsbald eine gelbe Farbe.

mächtige*) und zwar vom Mittelpunkt nach den Seiten, daß zahlreiche der mittleren und selbst der jüngeren secundären Ablagerungen die mannigfachsten Veränderungen erlitten, ja in gewissen Gegenden eine eigenthümlichere krystallinische Beschaffenheit erlangten, als die unter dem Namen Flysch bekannten Schichten, welche ich für tertiäre zu halten bestimmt worden bin.

Noch ist keine Spur einer paläozoischen Versteinerung in den westlichen Alpen entdeckt worden — eine Thatsache, die mich nur in meinen Ansichten bestärkt: daß der Metamorphismus hier eine weit bedeutendere Rolle spielte, wie in den östlichen Alpen. Ich werde auf diesen Gegenstand zurückkommen, wenn von den Savoyer Alpen die Rede ist, wo Belemniten und Kohlenpflanzen gefunden wurden.

Der kurzen Skizze von dem Auftreten der paläozoischen Gebilde in den östlichen Alpen habe ich die Bemerkung beizufügen, daß daselbst noch keine Spur von einem Gliede aus der oberen Abtheilung der großen paläozoischen Reihe nachgewiesen worden. Das in dem nördlichen Europa, und namentlich in Rußland, so ausgedehnte permische System scheint in dem südlichen Europa gänzlich zu fehlen.

Trias-Gruppe.

Die Formation, welche an verschiedenen Punkten unterhalb der großen Masse secundärer Kalksteine in den östlichen Alpen zu Tage geht, und zwischen diesen und den eben geschilderten paläozoischen Gesteinen ihre Stelle einnimmt, wurde schon früher von Sedgwick und mir als Keuper, Muschelkalk und bunter Sandstein bezeichnet**) Freilich hatten wir damals keine anderen Gründe, als daß die Gruppe unterhalb des Lias lag, Steinsalz und Gyps führte, so wie eine zweischalige für Schichten dieses Alters characteristische Muschel. Neuerdings wurden jedoch in dieser Hinsicht, nament-

*) Ich kann mich hier nicht bei einzelnen Thatsachen verweilen, die für die Ausdehnung des Metamorphismus vom Mittelpunkt nach den Seiten in den Schweizer und Savoyer Alpen spricht. Im letzten Sommer hatte ich das Vergnügen, einen Ausflug mit Studer zu machen, der P. Merian, Favre und mir die seitliche Erstreckung des Phänomens in die den Grindelwald-Gletscher umgebenden Berge erklärte. Es sind dies die sogenannten Keile oder Hörner von Gneiß, welche in den sie umgebenden und bedeckenden Jurakalk eindringen. Dem Anschein nach ist kein früher vorhandenes krystallinisches Gebilde von höherem Alter als der Kalkstein in letzteren getrieben worden, es zeigt sich vielmehr deutlich, daß der seitlich wirkende Metamorphismus den anstehenden Jurakalk veränderte. Vergl. Studer's Mittheilungen im Bull. géol. de Fr. vol. IV, pag. 209.

**) Morlot irrt, wenn er der rothen Zone den Namen „Roth-Liegendes" beilegt; dieses Glied des permischen Systemes kommt in den Alpen nicht vor.

lich in den Tyroler Alpen, wichtige Entdeckungen gemacht, und es soll hier die Rede sein von der Formation, die ich im Jahre 1827 in den Umgebungen von St. Cassian mit L. v. Buch und Verneuil untersuchte, als ich zugleich die nämlichen Gebilde in der Gegend von Recoaro, nördlich von Vicenza, näher kennen lernte.

Der Trias von Südtyrol besteht aus einer Gruppe von Sandsteinen, Mergel- und Kalksteinen — Dolomite treten nur selten auf — die von O.N.O. nach W.S.W. sich erstrecken, zwischen den Uebergangs- und krystallinischen Gesteinen der Central-Axe (Brunecken, Brixen u. s. w.) im Norden, und den beträchtlichen Massen von Alpenkalkstein (Lias und Jura), die sich im Süden häufig als dolomitische Gebilde von dem Ampezzo-Paß nach Botzen ziehen. Der Trias zeigt sich namentlich in dem Grödner-Thal, östlich von der großen Straße von Botzen nach Klausen entwickelt. Die Umgebungen von St. Cassian*), an der Grenze von Deutschland und Tyrol, sind es, welche sich durch einen seltenen Reichthum an Petrefacten auszeichnen, die zuerst von Graf Münster, später von Klipstein beschrieben wurden. Viele derselben erwiesen sich als neue und unbekannte Arten, und das wahre Alter der Ablagerung blieb lange zweifelhaft. Die geistreiche Schrift Emmerich's trug viel dazu bei, diese Zweifel zu beseitigen; er schilderte mit vielem Glück eine Gegend, die durch die lichtvollen Untersuchungen eines L. v. Buch früher schon bekannt worden war, und wies nach, daß der größere Theil der Petrefacten der Trias-Gruppe angehöre. Indeß bedurfte es noch einer Bestätigung seiner Beobachtungen; L. v. Buch, ebenso begierig wie ich, die interessante Gegend auf's neue zu sehen, begab sich, von Verneuil und mir begleitet, dahin. Unsere Wanderung begann von dem Eisach-Thal bei Atzwang, bei den mächtigen Dolomit-Gipfeln der Berge von Schlerns, bei Seiß und seinen Melaphyr-Hügeln vorbei nach Schloß Ruth. Das Plateau, welches hier die Basis der Kalksteine und Mergel bildet, ist ein grün und roth gefleckter, ächter bunter Sandstein, mit untergeordneten Lagen weißen Sandsteines, ein vortreffliches Baumaterial. Zu St. Michael besichtigten wir die Petrefacten, welche Clara, der würdige Geistliche des Ortes, in den Schichten, die den Paflatsch-Berg (einen Vorberg der Seißer Alp) zusammensetzen, gesammelt hatte. Wir erkannten unter denselben die so bezeichnende Muschel Trigonellites pes anseris (Myophoria oder Trigonia) nebst Stielgliedern von Encrinites, und gewissen Arten von Avicula

*) St. Cassian liegt 5000 englische Fuß über der Meeresfläche, am Anfang des Querthales, dessen von Süden nach Norden fließende Wasser in die Rienz, westlich von Brunecken, sich ergießen.

und Posidonia*); wir zweifelten daher nicht im geringsten, daß sie sämmtlich aus ächtem Muschelkalk stammten. Da dieselben in einem Kalkstein- und Schiefer-Streifen vorkommen, welcher den rothen Sandstein des Plateau's, auf dem wir standen, bedeckt, so hatten wir gleich zwei Glieder der Trias-Gruppe vor uns. Indeß ruht in diesen Thälern der Muschelkalk nicht allein auf buntem Sandstein, er wird auch von rothen Mergel-Schichten, Repräsentanten des Keupers, bedeckt, wie dies am Mittags-Kogel, am Schlerns, an der Seißer Alp, und bei St. Ulrich im Grödner-Thal zu sehen, wo außerdem auf die Trias-Glieder noch juraſſiſche Gebilde folgen.

Auf dem Wege von dem Grödner-Thal nach Colfosco, von St. Chriſtina durch den Paß von St. Maria, wird der Geolog in hohem Grade überraſcht durch die phantaſtiſchen, thurmartigen Geſtalten, welche dem Dolomit am Lang-Kogel und anderen Bergen eigen**). Die mächtigen Klüfte und Spalten, welche den Dolomit durchziehen, dürfen hier nicht mit den wahren Schichtungs-Linien verwechſelt werden, welche oft mehr oder weniger horizontal und wellenförmig, für ein ungeübtes Auge ſchwer zu erkennen ſind; ſie waren für uns beſonders ſichtbar durch die Lagen von Schnee, welcher während des Herbſtſturmes Gipfel und Gehänge um St. Caſſian bedeckt hatte. Der Paß von Colfosco verdient noch Beachtung, da er, außer lehrreichen Muſchelkalk-Profilen, intereſſante Verhältniſſe des ſchwarzen Porphyrs (Melaphyrs) wahrnehmen läßt, der an einem Orte, weſtlich von Colfosco, mit ſehr geſtörtem, reinem, weißem Dolomit in Berührung tritt. Ich glaube, daß ein Theil dieſes Dolomits zum Muſchelkalk gehört, da er mit gewiſſen Trias-Schichten verbunden iſt, welche von Emmerich als „Halobien-Sandſtein" bezeichnet werden. Das Thal hinab, von St. Caſſian über Stern und das Abtei-Thal, oder gegen Norden hin***), geht die Trias-Gruppe zuerſt deutlich zu Tage;

---

*) Die merkwürdigſte der Poſidonien wurde von Emmerich als P. Clarae — dem Geiſtlichen zu Ehren — bezeichnet, der Trigonellites pes anseris ſeit Emmerich's Beſuch entdeckte. Auch der Ammonites Johannis Austriae (v. Hauer) aus den unteren Kalkſteinen von Hallſtadt wurde in den Tyroler Ablagerungen aufgefunden.

**) Die Piks auf der Südſeite des Paſſes heißen Piſſada-Spitze, Maſons-Spitze u. ſ. w.

***) In ſeinem Werke „Ueberſicht über die geognoſtiſchen Verhältniſſe Südtyrols, 1846" unterſcheidet Emmerich folgende neptuniſche Ablagerungen jener Gegenden in anſteigender Ordnung: 1) Rother Sandſtein. 2) Poſidonien-Kalkſtein, welchen er als dieſelbe Schichte betrachtet, die bei Recoaro Trigonia vulgaris, Terebratula trigonella, Gervilia socialis und Encrinites liliiformis führen, alſo Repräſentanten des wahren Muſchelkalkes ſind. 3) Hornſtein-führender Kalk, eine locale, durch

es ist der dunkelgraue Halobien-Sandstein, der unter den dolomitischen Gebilden von Heiligkreuz hervortritt und sich in einigen Windungen längs der Gehänge der Schlucht, die nach St. Martin führt, entwickelt zeigt. In dieser Schlucht, zumal unfern Poderova, sind vertikale Muschelkalk-Wälle, rothe Gyps-führende Mergel und Conglomerate, welche mannigfache Biegungen und Krümmungen wahrnehmen lassen. Gegen Norden von St. Martin wird das System von krystallinischen, Glimmer-reichen Schiefern begrenzt, welche die Uebergangs- und metamorphischen Gebilde des mittleren Tyrols vertreten und sich längs des linken Rienz-Ufers hinziehen; auf dem rechten Ufer hingegen, bei Sonnenburg, erblickt man das westliche Ende einer der von L. v. Buch so benannten Granit-Ellipsoiden, deren östliches Ende die pittoreske Iffiger-Spitze bei Meran zusammensetzt. Das Hervortreten und die Nähe dieser gewaltigen Granitmasse erklärt einigermaßen die krystallinische Beschaffenheit der Schiefer zwischen derselben und der Trias-Gruppe.

Fuchs nachgewiesene, Ablagerung. 4) Halobien-Schichten (schwarzer Sandstein und kalkiger Schiefer). Dies Gebilde (welches früher als Grauwacke bezeichnet wurde), ist der Lias Klipstein's, die Wengen-Ablagerung Wißmann's und der Dolerit-Sandstein von Fuchs. 5) Die St. Cassian-Schichten, gewöhnlich mit dem Halobien-Sandstein vereinigt. 6) Oberer Kalkstein, mit Corallen und Brachiopoden, in welchen, nach Fuchs, die Petrefacten von St. Cassian bei Sotto di Sasso ungefähr in 8000 Fuß Meereshöhe vorkommen. Auf die aufgezählten Gebilde folgen Jura-Dolomite. Was den Halobien-Sandstein betrifft (so genannt wegen der Häufigkeit des Geschlechtes Halobia), so glaube ich, daß er entweder in Folge einer untermeerischen vulkanischen Thätigkeit, oder aus dem regenerirten Gruß plutonischer Massen hervorging. Es ist offenbar ein locales Gebilde, von welchem bei Recoaro und Schio keine Spuren sind, wo es wahrscheinlich durch andere Sandsteine vertreten wird. Die seltsame Verwirrung der sogenannten Versteinerungen von St. Cassian wird durch den Umstand erklärt, daß solche in von Jura- und Trias-Höhen herabfließenden Bächen gesammelt wurden.

Durch den Geschäftsführer des Heidelberger Mineralien-Comptoirs, J. Lommel, wurden die Versteinerungen in den Umgebungen von St. Cassian mit großer Sorgfalt gesammelt, und werden genau bestimmte Petrefacten-Suiten von da zum Preise von 10 fl. abgegeben. Um die Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit dieser Sammlungen zu beweisen, nennen wir unter anderen: Cerstites Busiris (Münst.), C. irregularis (id.), Ammonites nodosus (Schloth.), Bellerophon nautilinus (Münst.), Orthoceras elegans (id.), Pleurotoma Blumii (Wissmann), Monodonta Cassiana (Münst.), Monodonta nodosa (id), Pleurotomaria radians und coronata (id.), Turritella Lomelli (Wissm.), Turbo Bronnii (id.), Turbo Melania (Münst.), Naticella costata (id.), N. tricarinata (Br.), Melania paludinaris (Münst.), Dentalium undulatum (id.), Nucula lineata, strigilata und elliptica (id.), Unionites Münsteri (Wissm.), Avicula decussata und gryphaeata (Münst.), Halobia Lommelli (Wissm.), Productus Leonhardi (Münst.), Terebratula vulgaris und sufflata (id.), Cidaris Roemeri (Wissm.), C. dorsata (Brönn), C. alata (Münst.), C. trigona (id.), C. catenifera und baculifera (Agass.), C. decorata (Münst.), Encrinites liliiformis (Schloth.), E. varians (Münst.), E. granulosus (id.) und Pentacrinites propinquus (id.). Manchem unserer Leser dürfte eine solche St. Cassianer-Sammlung gewiß erwünscht sein.

Anm. des Bearb.

Trias von Recoaro und der Umgegend.

Zwischen der Trias-Zone, welche das Thal von St. Cassian und das Grödner-Thal einnimmt, und dem südlichen Ende der Tyroler Alpen finden sich andere Ellipsoiden krystallinischer Gesteine, deren Emporsteigen die Entblößung mächtiger sedimentärer Ablagerungen zur Folge hatte. Unter ihnen verdient besonders die Cima d'Asti Beachtung mit ihrem Granit-Kern und den ihn umgebenden krystallinischen Formationen im Val Sugana, das ich früher einmal auf flüchtiger Wanderung kennen lernte. Weiter gegen S.S.W. erscheinen andere elliptische Massen in den Thälern von Leogre, Posina und Recoaro, wo das tiefste Gebilde, der Glimmerschiefer, von einer Schichtenreihe bedeckt wird, in welcher besonders der Trias eine Rolle spielt. Mit dem Namen Thal von Recoaro bezeichne ich nicht allein die Thalschlucht, in welcher die Bäder und das Dorf gleichen Namens liegen, sondern jenes ganze wellenförmige Terrain, das Rovegliano, Communda und beide Seiten des „Valle di Signori" umfaßt, von wo der Weg von Schio und Roveredo durch den Corneto-Paß führt*). Wer nur über wenig Zeit gebieten kann, möge sich mit Anschauung der Trias-Schichten begnügen, welche ungemein lehrreich an dem Gehänge des Spitzberges bei Recoaro aufgeschlossen sind. Es bietet sich in ansteigender Ordnung eine Reihe von Gebilden vom Glimmer- oder Thonschiefer an, welcher von Trapp-Gängen durchzogen wird, deren mehrere in fast gleicher Richtung mit den Schichten laufen. Einiger Zweifel mag über das auf dem Glimmer-Schiefer (1) ruhende Gebilde (2) walten. Es ist ein weiß und roth gefleckter, glimmeriger Sandstein mit kleinen Blättchen von Kohle und verkohlter vegetabilischer Substanz, weßhalb ihn manche Geologen zur Kohlen-Gruppe zählen. Indeß enthält er keine Pflanzenreste, welche einen solchen Schluß rechtfertigten, er möchte eher als eine untere Abtheilung des bunten Sandsteines anzusehen sein. Auch ist die ganze Masse — höchstens 40 bis 50 Fuß mächtig — zu unbedeutend,

*) Nachdem ich schon früher den bergigen District zwischen dem Corneto-Paß und Recoaro durchwandert hatte, besuchte ich denselben auf's neue, so wie die umliegende Gegend der Venetianer Alpen, im Verein mit den bedeutendsten Mitgliedern der geologischen Gesellschaft zu Venedig, worunter nicht nur meine früherern Gefährten L. v. Buch und Verneuil, sondern auch Marchese Pareto, de Zigno, Major Chartres, Parolini und Pentland waren. Trettenero erklärte uns die geologischen Verhältnisse um Recoaro, Pasini war unser Führer in der Gegend um Schio und in den Sette Comuni, wovon später die Rede seyn soll.

um weitere Unterſuchung zu verdienen. Sie geht in kalkige Sandſteine (4), dann in rothe und grüne Mergel (5) über, die ihren foſſilen Reſten gemäß der Trias-Gruppe angehören. Dann folgen verſchiedene Kalkſtein-Schichten (6, 7, 8), deren eine ſich ſehr oolithiſch zeigt, wechſellagernd mit rothen Mergeln und ſandigen Schichten, und während gewiſſe zweiſchalige Muſcheln, wie Myacites, in den unteren Kalkſtein-Platten vorkommen, enthalten die oberen Bänke (9, 10) zahlreiche, wohlerhaltene und characteriſtiſche Muſchelkalk-Petrefacten. Hier entdeckte Profeſſor Brunner den ausgezeichneten Encriniten, ſpäter von L. v. Buch Encrinites gracilis benannt. Auch ſammelten wir Fragmente von E. liliiformis, Terebratula vulgaris, und andere für den unteren Theil der Gruppe bezeichnende Petrefacten. Die Reihe endigt mit Sandſteinen (11) und juraſſiſchen, dolomitiſchen Kalkſteinen (12).

Jura-Kalkſtein und Dolomit	12
Sandſtein	11
Obere Trias-Kalkſteine, reich an Petrefacten	10, 9
Kalkſtein-Platten	8, 7, 6
Sandiger Kalkſtein	4
Rother Sandſtein mit Kohle	3, 2
Glimmerſchiefer	1

In den tiefen Schluchten nördlich und weſtlich von Recoaro kann man ähnliche Reihenfolgen von rothem Sandſtein, Kalkſtein und Mergel ſehen. Petrefacten finden ſich in ſeltener Häufigkeit im Muſchelkalk öſtlich von Rovegliano (Communda-Paß) und bei Civelina, wo ganze Kalkſtein-Platten mit Trigonia, mit Terebratula vulgaris, Myacites und anderen bezeichnenden foſſilen Reſten des Muſchelkalkes bedeckt ſind. In einer der tiefſten Verſteinerungen führenden Schichten, aus erdigem Kalkſtein mit rothen Zwiſchenlagen beſtehend, fand unſer Führer den Spirifer gracilis.

Die an den genannten Orten ſo deutlich und vollkommen entwickelten Glieder der Trias-Gruppe machen es in hohem Grade wahrſcheinlich, daß noch in anderen Gegenden der öſtlichen Alpen Aequivalente des Syſtemes (wenn auch gerade nicht immer Verſteinerungen führende) nachzuweiſen ſeien, zumal an ſolchen Orten, wo rothe Geſteine und Kalkſteine unter den großen Maſſen von Alpenkalkſtein (Lias und Jura) hervortreten und auf Uebergangs- oder paläozoiſchen Gebilden ruhen. Auf der oben erwähnten Karte hatte ich flüchtig eine ſolche Zone auf der nördlichen und ſüdlichen Seite der Uebergangs-Gebilde angegeben; ſeitdem wurde ihre Gegenwart durch Morlot auf deſſen trefflicher Karte der öſterreichiſchen Alpen darge-

than*). Mit der Vermuthung dieses Geologen, die rothen Gesteine seien als Aequivalente des rothen Todt-Liegenden zu betrachten, kann ich nicht übereinstimmen.

Die rothen Sandsteine, bisweilen begleitet von gelblichen Kalksteinen, von Steinsalz und Gyps, welche mein Gefährte und ich in denselben Verhältnissen in dem nördlichen Theil dieser Alpen beobachteten, sind ohne Zweifel gleichen Alters mit den eben beschriebenen im südlichen Tyrol und in den Venetianer Alpen. Ueberdies haben die Untersuchungen der Paläontologen viel zur Beseitigung der Frage beigetragen. Franz von Hauer hat gezeigt, daß ein Theil der Versteinerungen in den Salzburger Alpen identisch sey mit jenen, die im südlichen Tyrol bei Schloß Ruth, bei St. Ulrich und St. Cassian vorkommen. Es ist also das Vorhandensein ächten Muschelkalkes in der nördlichen Zone nachgewiesen worden. Unter den beiden Regionen eigenthümlichen Petrefacten findet sich der Ammonites Johannis Austriae (v. Hauer).

Ob wirklich Pflanzenreste, der Trias-Gruppe angehörig, in den centralen Ablagerungen der nordöstlichen Alpen vorkommen, ist mir nicht bekannt. Die Entdeckung solcher an gewissen Stellen unsern Waidhofen und Steyr, entweder in der Mitte des Raumes, der durch secundäre Kalksteine eingenommen wird, oder an deren nördlichem Ende, hat zu einer Classification von Seiten Haidinger's geführt, die ich — mit aller Achtung vor dem berühmten Mineralogen — nicht theilen kann. Calamites arenaceus, Pterophyllum longifolium u. s. w. (durch Unger in Grätz bestimmt) wurden allerdings in einem Sandstein nachgewiesen, der unter Lias- und Jurakalksteinen des Gebirges einfällt; solche Keuper-Pflanzen finden sich demnach an richtiger Stelle. Da dieser Sandstein gewissen Sandsteinen gleicht, die — von unreinen Kalksteinen begleitet — geographisch betrachtet die äußere Zone des Alpenkalksteines ausmachen, auf welchen der Name Flysch angewendet wurde, dessen Verlängerung der „Wiener Sandstein" ist, so hat Haidinger ein Gebilde dem anderen gleichgestellt, und das gesammte Flysch-Gebilde als Keuper colorirt**). Es ist gerade diese Gestein-Zone, die — ausgezeichnet durch große longitudinale Sprünge (faults) — unter dem Alpenkalkstein einzufallen scheint, und als jüngste der secundären Formationen der Alpen angesehen wurde — die nämliche Zone, für welche ich des Lesers Aufmerksamkeit in Anspruch nehme, da sie nach meiner Ansicht von weit jüngerem Alter ist. Wenn die in großer Mächtigkeit entwickelten Sandsteine,

*) Vergl. auch die Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte der nordöstlichen Alpen, von A. v. Morlot.

**) Siehe die geognostische Karte der österreichischen Monarchie.

Kalksteine und Fucoiden-Schiefer, von welchen die Rede, wirklich unter dem Lias — wo keine Schichten-Umstürzung stattgefunden — auftreten, dann müßten auch sicherlich solche Gesteine in den deutlich aufgeschlossenen Profilen an der Basis der secundären Gebilde zu sehen sein, die eine ganz regelmäßige Lagerung zeigen. So verhält es sich auch mit dem oben beschriebenen Trias. Haidinger hat den Versuch gemacht, Gesteine nach ihren petrographischen Aehnlichkeiten zu identificiren, und zertrümmerte, in umgestürzter Lage befindliche, Schichten mit anderen (vielleicht den nämlichen) zu vergleichen, die in normalem Zustand. Weil gewisse an den „Wiener Sandstein" erinnernde Sandsteine wirklich unter den Alpenkalkstein und Lias einfallen und Keuperpflanzen enthalten, und weil ferner die große Masse der Sandsteine von Wien gleichfalls unter dem nämlichen Kalkstein-Rücken einzufallen scheint, wurden in Betreff der ausgedehnten Ablagerungen Schlüsse gezogen, die mein geehrter Freund Haidinger gewiß aufgeben wird. Denn, wenn alle die zwischen den secundären und tertiären Gebilden auftretenden Wiener Sandsteine Repräsentanten des Keupers wären, alsdann müßte dem „Flysch" der Schweiz, den Sandsteinen an den Karpathen-Gehängen, dem oberen Macigno der Italiener eine ähnliche Stellung angewiesen werden. Und wenn auch wirklich an den erwähnten Orten ein ähnlicher Keuper-Streifen mit Pflanzenresten zu Tage geht, so ist es physikalisch unmöglich, daß die ganze große fragliche Zone, die, wie gleich gezeigt werden soll, in ansteigender Ordnung das letzte Glied der großen Alpenkette ausmacht, zum Keuper gerechnet werden könne — ein natürliches System, das in den östlichen Alpen so deutlich auftritt und von dessen Petrefacten bis jetzt noch keine in der äußeren Zone des Wiener Sandsteines gefunden wurde, der auf allen früheren Karten die Fortsetzung des schweizerischen und baierischen Flysch bildet *).

*) Morlot's Karte der nordöstlichen Alpen gibt ganz richtig die Wiener Sandsteine als eine Verlängerung des schweizerischen Flysch an. Morlot hat aber diese seine frühere Ansicht geändert und die von Haidinger angenommen. Vergl. den Aufsatz: Sulla conformazione geologica dell' Istria, Giornale dell' Istria, Nos. 61, 62. 1847; in einer Mittheilung an Haidinger über die dem Wiener Sandstein oder dem Fucoiden-Sandstein zukommende Stellung bemüht er sich darzuthun, daß, wenn man diese Formation von Istrien in das Innere der Alpen bis zum Isonco-Thal hinauf verfolgt, dieselbe zwischen dem unteren Muschelkalk und oberen Alpenkalkstein auftritt und dennoch den Keuper repräsentirt. Siehe Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, gesammelt und herausgegeben von W. Haidinger, III, S. 334 ff. (1848). Während des Druckes dieser Zeilen kam mir Morlot's neuester Aufsatz zu: „über die geologischen Verhältnisse von Istrien, mit Berücksichtigung Dalmatiens und der angrenzenden Gegenden Croatiens, Unterkrains und des Görzer Kreises" in den „naturwissenschaftlichen Abhandlungen",

Was die Ausdehnung des Trias westwärts in's südliche Tyrol betrifft, so kann dessen Gegenwart kaum erkannt werden. Noch fehlt es an sicheren Beweisen, daß das Gebilde in den mittleren Schweizer Alpen oder in Savoyen vorkomme. Nach Analogieen in den östlichen Alpen zu schließen, ist es möglich, daß vielleicht Stellen aufgefunden werden, wo die Einwirkung des Metamorphismus keine so große war, daß der Trias verkannt werden kann. L. v. Buch hegt wenigstens diese Ansicht.

Unterer und oberer Alpenkalkstein.

Liasso-jurassische Gesteine und Oxford-Gebilde.

Nach der Eintheilung, welche Lill von Lilienbach, Sedgwick und ich vorschlugen, zerfällt der Alpenkalkstein der Salzburger Alpen in zwei Hauptmassen, die durch Schiefer, Sandstein und Kalkstein mit Steinsalz-Lagern getrennt werden. Indem wir, von der Meinung Anderer abweichend, einen Theil der untersten, Versteinerungen-führenden Kalksteine bei Admont als dem Lias angehörige bezeichneten, haben wir wohl keineswegs gefehlt. In neuester Zeit wurden in genauer Bestimmung aller der Glieder der unteren secundären Gesteine — von welchen man einige bereits als Trias-Ablagerungen erkannte — durch die Paläontologen Oesterreichs so gewichtige Fortschritte gemacht, daß ich mich hier nicht in eine ausführliche Betrachtung der geologischen Verhältnisse jener Gegenden einzulassen brauche. Aber, die Alpen als Ganzes genommen, haben wir dennoch hinreichende Beweise, um zu behaupten, daß der Lias und Aequivalente des unteren Oolith mit ziemlicher Mächtigkeit in der unteren Abtheilung des sogenannten Alpenkalksteines entwickelt sind. Die Gegenwart von Petrefacten in den Venetianischen, Tyroler und Mailänder Alpen bestätigt dies. Es gibt Gegenden, wo Gryphaea incurva und charakteristische Ammoniten des Lias vorkommen. In der Schweiz und in den westlichen Alpen wurde das Vorhandensein einer entsprechenden Zone schon durch Studer, Elie de Beaumont, Sismonda und andere Geologen nachgewiesen.

Verfolgt man die unteren Jurakalksteine von den östlichen Alpen in die Schweizer und westlichen Alpen, so zeigen sich in deren petrographischen

---

gesammelt und herausgegeben von Haidinger, II., S. 257. (1848). Morlot gibt in absteigender Ordnung an: 1) Eocene oder nummulitische Gesteine. 2) Kreide 3) Taffello.

Verhältniſſen alsbald große Veränderungen. Zuerſt erſcheinen hellfarbige Kalkſteine im Zuſtande von Dolomiten; im Weſten ſind ſie meiſt dunkler, oft ſchwarz. Da aber in Tyrol ſämmtliche Schichten als gewöhnliche Kalkſteine auftreten, und in ihrem Streichen bis zu den Punkten verfolgt werden können, wo ſie ſich als ächte Dolomite finden, ſo ſcheint mir hier die allgemeine Anſicht L. v. Buch's in hohem Grade beſtätigt: daß die Dolomite der Alpen in Folge einer Modifikation, eines Metamorphismus der Schichten entſtanden. Welches aber auch die unmittelbaren Urſachen dieſes großen Metamorphismus waren — heiße Dämpfe oder Gaſe, die während einer der Revolutionen im Schooße der Alpen wirkten, oder andere Agentien — unzweifelhaft iſt es, daß dieſe Urſache nicht allein in ſenkrechter und ſchiefer Richtung, ſondern auch in wagerechter auf große Strecken hin gewirkt hat, die höheren Schichten verändernd und die darunter befindlichen verhältnißmäßig unverändert laſſend. Wären die kryſtalliniſchen Dolomite der öſtlichen Alpen ein urſprüngliches, normales Erzeugniß gleich dem Dolomit Englands, wie manche Geologen glauben, wir würden dann nicht die unregelmäßige — ich möchte ſagen launiſche Vertheilung des Dolomites ſehen, der bald da, bald dort, mit den verſchiedenſten Geſteinen unter den mannigfaltigſten Verhältniſſen erſcheint.

Während große Maſſen von Dolomit hauptſächlich den öſtlichen Alpen eigen ſind, und namentlich im ſüdlichen Tyrol Porphyre und andere Feuer-Gebilde gangförmig in denſelben auftreten, werden ſie in den weſtlichen Alpen durch mächtige Gyps-Ablagerungen erſetzt. Wie bei dem aus Kalkſtein hervorgegangenen Dolomit, wo man in den veränderten Maſſen oft noch Schichtungs-Klüfte und organiſche Reſte erkennt, ſo bleibt es nicht zweifelhaft, daß die beträchtlichen Gyps-Lager urſprünglich kohlenſaurer Kalk waren, der in ſchwefelſauren verwandelt wurde. Die höchſten Punkte auf dem Weg über den Mont Cenis, die tiefſten Schluchten der Tarentaiſe oder Maurienne, die Allée Blanche, das Thal von Cormayeur, die Umgebungen vom Mont Blanc — ſie alle laſſen das nämliche Phänomen wahrnehmen: daß mächtige Kalkſtein-Bänke und oft auf große Strecken hin, in Gyps umgewandelt wurden. Denn, Schichtung und ſelbſt die Farbe der urſprünglichen Maſſen bleiben ſo deutlich zurück, die dick- und dünngeſchichteten Lagen weißer, brauner und grauer Kalkſteine ſind ſo wohl erhalten, daß ich oft auf Geſteinen hinwanderte, in der Ueberzeugung, es ſei eine Fortſetzung der angrenzenden Kalkſtein-Ablagerung, bis mein Hammer mich enttäuſchte. Es iſt dieſe Anſicht keineswegs die meinige; ſie gehört dem verſtorbenen Bakewell an, der, als er ſich im Jahre 1820 in den Bädern von Brida in der Tarentaiſe aufhielt, zu derſelben gelangte: daß die mächtig entwickelten Kalkſteine in Savoyen den oberſten

Sekundär-Gebilden angehören, und daß Gypse und Anhydrite daselbst als untergeordnete Glieder zu betrachten seien. Auch gebührt ihm das Verdienst der Beobachtung, daß diese sekundären Gebilde vereint mit Talk- und Glimmer-Schiefern auftreten und nicht ohne Einwirkung der Hitze und des Aufsteigens der granitischen Massen geblieben seien. *)

Es ist hier nicht der Ort, auf die Frage einzugehen, ob die Massen geschichteten Gypses, die manchmal ganze Berge zusammensetzen, gleichzeitig mit dem Kalk abgelagert wurden. Wenn die beträchtlichen Bänke von Gyps nicht das Werk des Metamorphismus sind, so möchte ich diejenigen, welche der entgegengesetzten Ansicht huldigen, fragen, wie es möglich sei, daß das nämliche Meer, zu derselben Zeit, auf weite Strecken hin kohlensauren Kalk absetzte, und daß dann auf einmal allenthalben schwefelsaurer Kalk darauf folgte. Auf der andern Seite scheint es so naturgemäß, daß in einer Gegend, wo plutonische Mächte ein so bedeutendes Spiel trieben, aufsteigende Gase und Dämpfe den kohlensauren Kalk in schwefelsauren verwandelten, während in anderen Gegenden die Kalksteine unverändert blieben.

Glücklicher Weise zeigt uns die Natur in den Savoyer Alpen selbst den Weg, auf welchem der Proceß vor sich gegangen. Die wohlbekannten warmen Quellen von Aix, die aus einer großen Spalte entspringen und eine nicht geringe Menge Schwefels enthalten, verändern deutlich den gewöhnlichen Jurakalkstein in schwefelsauren Kalk, wo nur die mit schwefeliger Säure beladenen Dämpfe auf das Gestein einwirken können. **) Wir dürfen daher nur annehmen, daß als eine der großen Veränderungen, welche die Alpen betrafen, statt fand, die reichliche Entwickelung heißer Quellen und

---

*) Bakewell's Travels in the Tarentaise, vol. I, pag. 276, 289 — 311. Charpentier hat nachgewiesen, daß fast aller Gyps der Alpen aus Anhydrit hervorgegangen sei und Bakewell entdeckte Kalkstein-Schichten inmitten des Gypses.

**) Joseph Bonjean hat die Mineralwasser von Aix (Annales des Mines, vol. XVI, 3. sér., pag. 229) genauen Analysen unterworfen und lehrreiche Bemerkungen über die durch die Dämpfe bewirkten Veränderungen mitgetheilt. Er sagt unter Anderem: „welches auch die Natur der, dem Einfluß der Dämpfe (Schwefelwasserstoff-Gas) ausgesetzten Körper sei — sie werden alsbald geröthet und in mehr oder weniger kurzer Zeit zerstört. Eben so verwandeln sich die Kalksteine, aus welchen Mauern gebaut werden, an ihrer Oberfläche in Gyps" (pag. 342). Der unterrichtete Arzt in den Bädern, Despine, zeigte mir Wirkungen des Processes; er gab mir Handstücke, an welchen der Kalkstein einige Zoll weit umgewandelt ist. Das Phänomen der Veränderung von kohlensaurem Kalk in schwefelsauren hat Mousson in Zürich in einer werthvollen Schrift über die Gegend von Aix und Chambery geschildert. Auch hat derselbe das Auftreten warmer Wasser längs der Dislocations-Linien in seinem Werke über Baden in der Schweiz ausführlich zur Sprache gebracht.

Dämpfe, die in bedeutenderem Maßstabe und mit stärkerer Intensität wirkten, die entsprechenden Veränderungen zu schwefelsaurem Kalk — selbst durch ganze Bergmassen — hervorriefen, und gelegentlich einzelne Partieen von Schwefel in dem Gyps der Alpen vertheilten. Die Umwandelung des gewöhnlichen Kalksteines in Gyps ist in den Alpen meist noch von anderen Erscheinungen begleitet. Die in der Nähe tiefer Spalten oder Risse — in manchen derselben gibt es jetzt noch heiße Quellen, wie bei Moutiers — befindlichen Kalksteine sind häufig im Zustande zelligen, harten Tuffes, oft kieselig und führen in Savoyen den Namen „Cargneule.“ Wer solche Gesteine sieht, dem drängt sich auch unwillkührlich der Gedanke, daß sie ein Werk der Hitze und Dämpfe seien, auf.

Obgleich ich hier den Metamorphismus des Kalksteines zur Sprache brachte, während ich vom Lias und unteren Oolith reden wollte, kann ich keineswegs sagen, ob sich die nämliche Umwandelung in den westlichen Alpen auch auf jüngere und ältere Schichten erstrecke, gerade wie in den Alpen Kalksteine verschiedenen Alters in Dolomit umgewandelt wurden. Jedenfalls gehören aber beträchtliche Massen von Gyps dem fraglichen Alter an, um so mehr, als gewisse Belemniten, Ammoniten und andere charakteristische Lias-Petrefacten, worunter Gryphaea gigantea, in den Schichten um Bex durch Lardy aufgefunden wurden. Wo nur manche Ammoniten, wie z. B. Ammonites Walcotti, oder Belemniten, oder Gryphaea incurva, Plagiostoma gigantea, u. s. w. in Schichten vorkommen, welche die untere Zone des Alpenkalksteins ausmachen, wird Niemand in Abrede stellen, daß dieß der Horizont des Lias ist, welche auch seine mineralogischen Charaktere, Farbe oder Struktur sein mögen.

In einigen Gegenden hat man in dem Kalkstein Saurier-Reste entdeckt, wie bei Admont in den österreichischen Alpen, und bei Perledo unfern Laico im Mailändischen; indeß sind die kleinen und seltsamen Formen von dem letztgenannten Orte nicht hinreichend, um das Alter der Ablagerung bestimmen zu können.*) Es ist mir unbekannt, ob Fisch-Reste der Lias-Gruppe in den Alpen nachgewiesen wurden. Heckl von Wien, der sich besonders mit Untersuchung fossiler Fische beschäftigt, zeigte mir einen kleinen Fisch von Perledo bei Laico (wo auch die Saurier-Reste sich finden), wonach es nicht unwahrscheinlich, daß die dortigen Gebilde von einem noch höheren Alter sind. Er legte mir ferner fossile Fische aus den bituminösen Schiefern, die mit den Kalksteinen zwischen Adelsberg und Zirknitz in Illyrien auftreten, vor; sie gehören fast sämmtlich den

*) Vgl. Giuliano Curioni, Giornale dell' Instituto Lombardo delle Scienze, tom. XVI, pag. 170.

Geschlechtern Lepidotus und Palaeoniscus an und gleichen sehr den Fischen, die ich einst bei Seefeld im nördlichen Tyrol sammelte;*) die dortigen Gebilde werden, den jetzigen Ansichten über die Schichten-Folge gemäß, als Lias und unterer Oolith betrachtet. In Illyrien finden sich die oben erwähnten Fische mit einer Art des Geschlechtes Thryssops, welches bis jetzt nicht bei Seefeld, wohl aber bei Solenhofen entdeckt wurde. Demnach spricht die Gegenwart dieser Fische für das Vorkommen von Jura-Gebilden in jener Gegend. Ueber den Lias und Jurakalk in Savoyen ist nur noch anzuführen, daß Sismonda, gestützt auf die Untersuchungen von Elie de Beaumont, eine hinreichende Anzahl von Petrefacten sammelte, welche die Lias- und Jura-Schichten, so wie die Oxford-Gruppe charakterisiren und in den Museen von Turin und Chambery zu sehen sind.

Belemniten und Kohlen-Pflanzen führende Gesteine in den Savoyer Alpen.

Wir wollen uns nun einem andern, in neuerer Zeit so vielfach besprochenen Gegenstand zuwenden — dem Vorkommen von Pflanzen des Kohlen-Gebirges zugleich mit Belemniten.**) Elie de Beaumont und Sismonda behaupten, daß diese Pflanzen-Reste, die ohne Zweifel der Kohlen-Gruppe angehören, von Belemniten begleitet werden, namentlich bei Petit Coeur in der Tarentaise, und daß noch an vielen andern Orten in Savoyen Zonen erscheinen, die ähnliche Pflanzen führen und in Wahrheit Fortsetzungen der Lias- und Jura-Gebilde sind, in denen die wohlbekannten thierischen Ueberbleibsel jener Epoche vorwalten. Es hat eine solche Ansicht viele Gegner gefunden, und die Geologen waren eher geneigt, ein so ungewöhnliches Beisammenseyn von Petrefacten durch Umstürzungen oder andere derartige Phänomene zu erklären. Ehe ich die Savoyer Alpen besuchte, dachte ich eben so; denn die lehrreichen Profile von Favre in Genf, der eine Krümmung der Schichten und eine Zertrümmerung von deren Enden nachwies, die Folgerungen, zu denen andere Geologen gelangten: daß eine ächte Vertretung des Kohlen-Gebirges in den Savoyer Alpen zu sehen sei, von welchem die Pflanzen zu Petit Coeur

*) Vergl. Phil. Mag. and Ann. of Philosophy, 1829, vol. VI, pag. 36. Damals, lange bevor Agassiz auftrat, glaubte ich die Fische zu denen der Mansfelder Schiefer rechnen zu müssen. Sie sind aber zur Lias-Jura-Gruppe zu zählen.

**) Bunbury hat kürzlich sämmtliche Pflanzen-Arten jener Gegenden in Turin bestimmt und als charakteristische Arten der Kohlen-Gruppe erkannt; der frühere Ausspruch Ad. Brongniart's ist somit bestätigt.

einen Beweis gäben, hatten mich im Voraus bestimmt, dieser Ansicht zu huldigen. Nach einer genaueren Untersuchung der Umgebungen von Petit Coeur mußte ich mich der Meinung von Beaumont und Sismonda zuwenden, und zwar aus folgenden Gründen.

Auf meinen Wanderungen in den Savoyer Alpen, sei es in der Maurienne oder Tarentaise, oder in der Nähe des Montblanc, fiel es mir alsbald auf, daß allenthalben unter einer und derselben Zone (die ihren Versteinerungen und den Beziehungen zu den über ihr liegenden Jura-Schichten gemäß, als Lias-Gebilde leicht zu erkennen war) nirgends — gewisse Conglomerate und Sandsteine ausgenommen, die manchmal in Begleitung des Lias erscheinen — Gesteine zu erblicken waren, die für Repräsentanten der vom Trias einschließlich an folgenden Gruppen hätten gelten können. Da waren überall nur metamorphosirte oder krystallinische Felsmassen unterhalb des Lias zu sehen. Es fehlte also zwischen den unteren, krystallinischen Gesteinen und den Schichten mit Belemniten — die sich bisweilen selbst verändert zeigten — an einem passenden Vertreter für das Kohlen-Gebirge; war ein solcher früher vorhanden, so hatten ihn ohne Zweifel gleichfalls die mächtigen Veränderungen betroffen, welche die ganze Gegend erlitt. Ueberdieß drängte sich zu wiederholten Malen die Frage mir auf: wenn diese Schiefer-Gebilde, in denen so wohl erhaltene, ausgezeichnete Kohlen-Pflanzen vorkommen, wirklich Glieder der Steinkohlen-Formation sind, warum hat man in den westlichen Alpen auch noch nicht eine Spur eines paläozoischen Thieres entdeckt, während in den östlichen Alpen, wie schon bemerkt, Thier-Reste aus dem Trias, aus dem Kohlen-Gebirge, aus dem devonischen und silurischen System gefunden wurden? Die Umgebungen von Petit Coeur mögen uns hier belehren. Ein Blick auf die Karte von Savoyen zeigt, daß die Isère, welche bisher von Moutiers an in einem tiefen Thale, quer durch die Berge der Tarentaise, oder von Süd-West nach Nord-Ost floß, sich plötzlich südwestlich, nach Montmelian oder Grenoble wendet. Der letzte Theil ihres Laufes wird durch Jurakalk-Berge bestimmt, die alle gleiche Richtung haben, und die äußere Zone der Alpen bildend, aus Aequivalenten der Oxford- und oberen Oolith-Schichten bestehen, bedeckt von Gliedern der Kreide-Gruppe, deren später gedacht werden soll. Steigt man das Querthal der Isère von Albertville nach Moutiers hin, hat man die äußere Kalk-Zone verlassen und die entgegengesetzte Seite des Thales betreten, so sieht man sich gänzlich umgeben von talkigen, krystallinischen Schiefern, die zum Theil sehr quarzig sind, zum Theil an Gneiß erinnern. Ich will hier keineswegs alle die mannigfaltigen Gesteine beschreiben, aber es ist bemerkenswerth, daß in dem tiefen Querthale die Schichten der talkigen, glimmerigen, quarzigen oder

feldspathigen Gesteine gleichsam eine Ellipsoide von Granit oder granitischem, bisweilen porphyrartigem Gneiß zu umwickeln scheinen. *) So weit man das Fallen beurtheilen kann, liegen die krystallinischen Massen zwischen Albertville und der Granit-Zone vertikal, während sie nach Süd-Ost oder höher hinauf sich abwärts vom Granit neigen. Jedenfalls zeigt sich, sobald das Thal sich erweitert, bei Petit Coeur, einem Dorfe auf dem rechten Flußufer, das Fallen der krystallinischen Massen deutlich südöstlich. Ein grobkörniges quarziges Conglomerat liegt zwischen den Schiefern und theilt deren Einfallen. Weiter oben, nördlich von Petit Coeur, fließt ein Bergbach von Nord-Ost nach Süd-West herab, und bewässert die hochgeneigten Wände der talkigen Schiefer, er bildet sogar eine Schlucht in ihnen, und östlich von derselben werden die nämlichen Schichten von andern bedeckt (und gehen allmählig in sie über), die Belemniten und Pflanzen-Reste führen, Alles in gleichförmiger Lagerung, unter Winkeln von 70° bis 75° einfallend. Die obern Abtheilung der unteren oder krystallinischen Schichten besteht aus hellfarbigem Talkschiefer, dessen sich die Landleute dort zum Bedecken ihrer Hütten bedienen. Die Steinbrecher nennen ihn „ardoise blanche;“ er bildet das Tiefste des Steinbruches. Alsdann folgt, in gleicher Lage, eine Schichte plattenförmigen Kalksteins von dunkler Indigo-Farbe, ardoise noire genannt; in diesem finden sich die Belemniten. Ich konnte an den Gebilden keinen schieferigen Durchgang wahrnehmen; die talkigen Schiefer und die dunkeln oder plattenförmigen Kalksteine streichen nach Nord-Nord-Ost, und fallen unter 70° bis 75° nach Ost-Süd-Ost. Sie stehen in Verbindung mit gewissen Lagen eines harten, oft grobkörnigen Sandsteines, mit welchem die Kalk-Platten gegen ihre Basis wechsellagern. In dem unteren Steinbruch (man hat verschiedene Oeffnungen in der Streichungs-Linie gemacht, um die dunkeln plattenförmigen Kalksteine zu erhalten) ruht ein anderer Streifen talkigen Schiefers auf den Belemniten-führenden Schichten, und zwar eben so gleichförmig, wie diese auf den untern Talkschiefern liegen. In der obersten der drei Bänke kommt Anthracit vor, dessen Gewinnung die Entdeckung zahlreicher Pflanzen veranlaßte. Es zeigen sich letztere hauptsächlich an der Basis des anthracitischen Schiefers, nur wenige Fuße von den Belemniten-führenden Platten entfernt; sie erlangen ein seltsames, aber schönes Aussehen durch den zarten, weißen Talk-Anflug, womit sie bekleidet sind. Außerdem wird Eisenkies in Krystallen und derben Parthieen in der ganzen Ablagerung getroffen.

*) Eine ausführliche und klare Schilderung der Verhältnisse hat Abbé (jetzt Domherr) Chamousset auf der Geologen-Versammlung zu Chambery im Jahre 1841 gegeben. Vergl. auch Virlet's Bemerkung über den porphyrartigen Granit von La Batie (Bull. de la Soc. Géol. de Fr. vol. V. pag. 166.)

Der kohlige, Pflanzen-führende Schiefer wird von Bänken eines harten grauen Sandsteins bedeckt, der durch Verwitterung Roſtfarbe erlangt, und mehrere Male mit dunkelfarbigen Schiefern wechſellagert. Dieſer Sandſtein iſt auf keine Weiſe von jenem zu unterſcheiden, welcher unterhalb der Kalkſtein-Platten mit Belemniten liegt — mit andern Worten: die Belemniten- und Pflanzen-führenden Schichten bilden Theile derſelben Ablagerung; die oberſten und unterſten Schichten ſind von ähnlicher Zuſammenſetzung, Talkſchiefer und Sandſtein wiederholen ſich. Ich kann mir nicht denken, wie ein Geolog dieſes Profil betrachten mag, ohne in ihm eine natürliche Gruppe von geringer Mächtigkeit zu ſehen. Bei weiterem Verfolgen derſelben überzeugte ich mich, daß die Belemniten-führenden Platten (die Belemniten finden ſich namentlich in den oberen Steinbrüchen ungemein häufig) genau die nämlichen Beziehungen zu den darüber und darunter liegenden Sandſteinen zeigen, und wie die ganze Maſſe in den unteren Steinbrüchen gleichförmig auf dem weißen Talkſchiefer ruht. Dieſe Profile haben demnach nichts Zweifelhaftes, auch kann man das Streichen der Schichten auf eine Meile weit verfolgen. Keine Spur von Umbiegung, von Windungen iſt bemerkbar, und da ſich die Belemniten nur einen Fuß von der Pflanzen-führenden Schichte finden, ſo ſcheint es, was wir auch zur Erklärung der Phänomene ſagen mögen, daß die phyſiſchen Thatſachen klar und deutlich ſind.

Es iſt wahr, daß gegen den Hügel hinauf, der Anthracit an Mächtigkeit von vier Fuß bis zu wenigen Zollen abnimmt, während die ſchwarzen Belemniten-Schichten in den oberen Steinbrüchen mehr ausgedehnt ſind, als in den unteren. Wir gedenken dieſer geringfügigen Verhältniſſe auch nur um keinen Umſtand unerwähnt zu laſſen. Die ganze Gruppe wird von den nämlichen Klüften durchzogen; die kalkigen Parthieen eignen ſich nicht ſelten eine plattenförmige Structur an, mit eigenthümlichen wellenförmigen Flächen in den oberen Steinbrüchen. Oberhalb Petit Coeur kann man noch auf eine gute Strecke hin das Fallen nach Süd-Süd-Oſt wahrnehmen; in der Parallele von Moutiers wird die Reihenfolge durch eine der, in den Alpen ſo häufigen, quer hinziehenden Verwerfungen geſtört. Heiße Quellen entſpringen daſelbſt.

Nach Elie de Beaumont und Sismonda gehören die Belemniten-führenden Geſteine und die plattenförmigen Gebilde von Petit Coeur einer angrenzenden Ablagerung des Jura-Gebirges an, in welcher viele Ammoniten und andere Verſteinerungen vorkommen. Dieſelben finden ſich in Schichten dunklen Schiefers; ſie erſcheinen da, wo ſich jene Gebilde durch das Iſère-Thal erſtrecken, und im Engpaß, welcher die Gebirge der Tarentaiſe und Maurienne von einander trennt. Es iſt nicht unmöglich, daß die nämlichen Schichten ſich einige Male wiederholen in Folge von Brüchen oder Windungen,

denn ich überzeugte mich, daß die ganze, zwiſchen St. Michel und St. Jean de Maurienne entblößte Schichten-Reihe, d. h. der dunkle Schiefer und Schichten mit kohliger Subſtanz, welche unterhalb der juraſſiſchen Gebilde ihre Stelle einnehmen, die Reihenfolge vertritt, wie zwiſchen Petit Coeur und Moutiers in der Tarentaiſe zu ſehen iſt. Die Ammoniten und andere Petrefacten wurden auf den ſteilen Gehängen des Col de la Madeleine, oder an einem andern Orte im Süd-Süd-Weſt von Aigues blanches, durch Anſenet geſammelt. Es dürften meiſt die nämlichen Arten ſein, welche von Sismonda in der Gegend von Encombres aufgefunden wurden, nämlich Ammonites fimbriatus *(Sow.)*, A. planicostatus *(Sow.)*, Avicula inaequivalvis *(Sow.)*, A. costata *(Sow.)* Terebratula inaequivalvis *(Sow.)*, T. variabilis u. ſ. w., namentlich zahlreiche Belemniten. *)

Wenn die Pflanzen und Belemniten von Petit Coeur wirklich in einer und denſelben Ablagerungen vorkommen, wie wohl aus obigen Bemerkungen hervorgeht, ſo iſt die Anomalie allerdings eine ſehr große und wir ſehen uns in bedeutender Verlegenheit. Gibt es keinen Ausweg, und laſſen ſich die Verhältniſſe vielleicht nicht gemäß den, über die Vertheilung foſſiler Pflanzen obwaltenden Geſetzen erklären? Ohne in eine Theorie einzugehen, will ich nur anführen, daß die Gegenwart gewiſſer Pflanzen-Reſte keineswegs ſo entſcheidend für das Alter einer Ablagerung iſt, als jene thieriſche Ueberbleibſel. Der Calamites arenaceus, nach Brongniart dem alten Kohlen-Gebirge angehörig, findet ſich in dem permiſchen Syſtem, ferner im bunten Sandſtein und Keuper, oder durch das ganze Trias-Syſtem, in welchem bis jetzt noch kein paläozoiſches Thier nachgewieſen wurde. Equisetum columnare, häufig in den, zum Oolith gehörigen, Kohlen-Gebilden von Brora, und noch häufiger in dem Kelloway-Geſtein an der Küſte von Yorkſhire, iſt eine der gemeinten Triaspflanzen in Deutſchland. Und dennoch ſind im Allgemeinen Flora und Fauna des mittleren Oolith und des Trias einander ganz unähnlich, wirft man auf der andern Seite einen Blick auf das Gewicht, welches der Gegenwart der Belemniten beigelegt wird. Bis jetzt wurde noch an keinem Ort in der Welt ein Belemnit unterhalb des Lias aufgefunden. Der Trias, der in Savoyen gar nicht vorkommt, aber in den öſtlichen und Tyroler-Alpen ſo ſehr entwickelt iſt, hat keine Spur eines Belemniten, ſo wenig wie in anderen Gegenden auf-

*) Ein ausführliches Verzeichniß dieſer Verſteinerungen, von dem genannten Orte und von andern Punkten in Piemont, worunter bekannte Arten Sowerby's, Buch's, Schlotheim's, Agaſſiz's u. ſ. w. hat Sismonda in dem Bull. de la soc. géol. de France, n. ser. vol. V. pag. 419 gegeben.

zuweiſen. Von Belemniten in der Kohlen-Gruppe wird wohl noch Niemand gehört haben.

Ich habe die obige Schilderung der Profile um Petit Coeur gegeben und auf dieſe Weiſe uns nur noch mehr in Verlegenheit gebracht. Könnte ſich ein umgekehrtes Fallen nachweiſen laſſen, ſo könnte man die höhere Lage der Kohlen-Pflanzen-führenden Bänke durch Umſtürzung der Schichten erklären, wie es auf der Nordſeite des Mont Blanc zu ſehen; ſtatt deſſen fallen aber hier die Belemniten-Schichten unter kryſtalliniſchen Schiefern ein, während ſie bei Petit Coeur dieſelben bedecken und zwiſchen ihnen auftreten. Es war mir nicht möglich zu ergründen, ob die kryſtalliniſchen Schiefer an der Iſère urſprünglich jünger waren, als die Belemniten-führenden Schichten, und durch Einfluß der oben erwähnten Granit-Ellipſoide metamorphoſirt wurden; wenn dieß der Fall und die Verſteinerungen-enthaltenden Schichten wären umgekehrt worden, alsdann müßten ſich auch ältere Gebilde, als jene mit den Pflanzen-Reſten, über denſelben finden, was ſich jedoch nicht ſo verhält — die nämlichen Geſteine des Lias und Jura zeigen ſich in beträchtlicher Mächtigkeit auf der Linie des Einfallens entwickelt.

Den Geologen, welche die Umgebungen des Mont Blanc beſuchten, iſt ſicherlich die zuerſt von de la Beche nachgewieſene Thatſache bekannt, daß Kohlen-Pflanzen in den Conglomeraten von Valorſine vorkommen: überdieß zeigen die neueren, lehrreichen Profile von Favre, daß dieſer Streifen dort (Col de Balme) die gleichförmige Unterlage der Lias- und Jura-Gebilde — ſie ſeien verändert oder nicht — in der von Störungen ſo heimgeſuchten Gegend ausmacht.*)

Ich beſcheide mich, daß wir, bei unſerem gegenwärtigen Wiſſen, dem Ziele nicht näher gerückt ſind. Wem die Gegend fremd iſt, mag vielleicht die Theorie aufſtellen, daß die anthracitiſche Zone von Petit Coeur ein iſolirter Streifen war, zwiſchen Schluchten der älteren und kryſtalliniſchen Geſteine; aber eine ſolche Hypotheſe dürfte hier nicht anwendbar ſein. Da die kryſtalliniſchen Geſteine an der Iſère von höherem Alter, ſo ſehen wir die Belemniten-Schichten zwiſchen denſelben und den Pflanzen-führenden Bänken; waren es metamorphoſirte Jura- und Lias-Gebilde, dann bliebe es höchſt unwahrſcheinlich, wie die wenige Fuß mächtigen Kohlen-Geſteine ſo gleichförmige Lagerung zwiſchen den jüngeren Gebilden zeigten. Es iſt eine gewagte Annahme — daß anſtatt des vertikalen abgeſtumpften Kegels, durch welchen Favre**) die Anomalie erklären wollte — die älteren Kohlen-

*) Bull. de la soc. géol. de France. V. pag. 263.

**) Remarques sur les Anthracites des Alpes, par *Alphonse Favre*. Mém. de la soc. phys. et hist. nat. de Genève, tom. IX.

Gebilde seien in eine umgestürzte antiklinale Lage gebracht worden, nur wenige Fuß am Gipfel freilassend, daß die jurassischen und Lias-Gebilde sich gleichförmig um diesen Punkt anlagerten und später verändert und bloßgelegt wurden. Verhält es sich wirklich so, dann haben wir es mit dem täuschendsten Profile zu thun, das ich jemals sah. Indeß kann ich, bis sich andere sichere Beweise bieten, nur wiederholt erklären, daß ich die Ansicht von Elie de Beaumont theile.*)

Oberer Alpenkalkstein.

Ich erinnere Englands Geologen daran, daß der Parallelismus mit ihren oolithischen Ablagerungen, den P. Merian und andere Geologen im Jura-Gebirge nachwiesen, trotz des Mangels der petrographischen Charaktere und der Seltenheit der Versteinerungen durch Sismonda in den französischen und Savoyer Alpen, durch B. Studer und Escher in den Schweizer Alpen dargethan wurde. Indeß konnte, ungeachtet der früheren Mittheilungen von Pasini und Catullo kein sicheres Aequivalent der Oxford-Gruppe, wie es in den Savoyer und Schweizer-Alpen der Fall, in den südlichen Alpen aufgefunden werden, bis L. v. Buch den Geologen Italiens auf der Versammlung zu Mailand bewies, daß ihr „Ammonitico rosso“ das Oxford-Gebilde vertrete.**) Zigno hat seitdem diese Ansicht auch in den venetianischen anzuwenden gesucht. Auf einer gemeinschaftlichen Wanderung in den Bergen von Sette Communi überzeugten wir uns, meine Freunde und ich, daß die auf die Petrefacten gestützte Trennung, welche der genannte Geolog zwischen dem rothen Ammoniten-Kalkstein von den unteren jurassischen Gebilden einerseits, und von den darüber befindlichen Neocomien- und Kreide-Schichten, vorgeschlagen, eine richtige sei. Als wir von Pedescala in dem Astico-Thale nach dem Plateau von Sette Communi hinanstiegen, kamen wir zuerst an großen dolomitischen Massen vorbei, die wahrscheinlich den Lias und unteren Oolith vertreten; darauf folgten Bänke eines erdigen, gelblichen Kalksteines und alsdann graue Kalkstein-Schichten mit Turritella und endlich ein Kalkstein von dunkler rother Farbe, der wegen der zahlreichen in ihm vorkommenden Ammoniten den Namen „Ammonitico rosso“ erhalten. Letzterer wird von weißem Neocomien-Kalkstein bedeckt. Das hohe Plateau von Sette Communi von Castel-

*) Der werthvolle Aufsatz von Scipio Gras über das Auftreten von Kohlen-Gebilden an der Isère, und deren Uebergang in darunter liegende krystallinische Massen, so wie über deren deutliche Trennung von den auf ihnen ruhenden Lias-Gebilden, wurde bei Erörterung obiger Fragen nicht unbeachtet gelassen.

**) Bull. de la soc. géol. de France, vol. I. pag. 132.

Bello über Rotzo und Roana *) durchstreifend, sahen wir viele lehrreiche Profile, von dem grauen, erdigen Kalkstein (in ansteigender Ordnung) mit sandigen Schichten, in den rothen Ammoniten-Kalkstein übergehend, dann in den weißen Neocomien, der sich hier schön weiß zeigt, der Kreide ähnlich, und gleich dieser, Feuerstein führt. Ohne bei Einzelnheiten zu verweilen, will ich einfach die Gesteins-Reihe aufzählen, wie ich mich bei mehreren Profilen überzeugte. Die mehr oder weniger geneigten Schichten liegen stets gleichförmig auf einander. Es folgen in ansteigender Ordnung:

1) Dolomitische Gesteine, von großer Mächtigkeit, wahrscheinlich den Lias vertretend. 2) Dichte Mergel. 3) Oolith-Bänke, wechsellagernd mit gelbem, mergeligem Kalkstein, Petrefacten enthaltend, wie Diceras, Gryphaea, u. s. w. 4) Dünngeschichteter Kalkstein, mit Nerinea und einschaligen Muscheln. 5) Dünngeschichteter, dunkelgrauer, sandiger Kalkstein, mit Neuropteris und andern Pflanzen. 6) „Lumachello grigio," graugefleckter Kalkstein, mit Mergel, gelbe Mergel-Lagen und grauer Lumachello, mit großen Bivalven. 7) „Ammonitico rosso." Es bildet diese Felsart stets die höchste aller jurassischen Schichten in der Gegend, und vertritt deutlich die Oxford-Formation. Obwohl selten mehr denn fünfzig bis sechszig Fuß mächtig, ist es eine höchst charakteristische Ablagerung und ergiebige Fundstätte von Petrefacten; unter andern kommen vor: Ammonites athleta *(Phill.)*, Ammonites anceps *(Reinecke)*, A. Horneri *(d'Orb.)*, A. Tatricus *(Pusch)*, A. viator *(d'Orb.)*, Terebratula diphya, T. triangulata. 8) „Biancone" oder Neocomien mit Crioceras Duvalli *(Leym.)*, Belemnites latus *(Blainv.)*, Ammonites asterianus, A. incertus, A. semistriatus *(d'Orb.)*; außerdem finden sich einige Petrefacten in den obersten Schichten, die den Gault charakterisiren, wie A. Royerianus *(d'Orb.)*. Im Ganzen enthält diese Gruppe fünfzehn Ammoniten-Arten, fünf oder sechs Arten von Crioceras mit Ancyloceras, zwei Aptychus, u. s. w. 9) Untere „Scaglia" von grauer Farbe, mit Fucoiden = untere Kreide. 10) Obere „Scaglia" von rother und weißer Farbe = obere Kreide. 11) Nummuliten-Kalkstein und Sandstein, mit Cerithium giganteum und mit Nummuliten von demselben unter-tertiären Alter, wie die von Bassano. Von den Gliedern dieser Reihe, vom Neocomien an aufwärts soll später die Rede sein.

In anderen Theilen Tyrols, so zumal in den Umgebungen von Trient, kommen, wie L. v. Buch mich belehrte, Glieder der Oxford-Formation vor, die manche der oben genannten Petrefacten führen; auch sah ich in den

*) Es ist dieß die wilde Gegend der alten Ciminier; das Volk bedient sich noch einer, in andern Theilen der Alpen nicht üblichen Sprache.

lehrreichen Profilen zwiſchen Roveredo und dem Corneto-Paß den Ammonitico rosso ſchön entwickelt.

Die nämliche Oxford-Zone hat Sismonda in Piemont und Savoyen nachgewieſen. In der Gegend von Chambery und Aix les Bains fand ich Gelegenheit, mich über die Verhältniſſe derſelben zu den oberen oder Kreideſchichten zu unterrichten. Der Geolog Chamouſſet hat die großen Oxford-Maſſen in vier Abtheilungen getrennt, deren unterſte aus ungefähr vier Fuß mächtigen Bänken mergeligen Kalkſteines beſteht. Dann folgen dunkelgraue oder blauliche Kalkſteine, weiß geadert und mit Eiſenoolith-Lagen. In dieſen Schichten finden ſich die meiſten Petrefacten, Ammonites biplex, Aptychus u. ſ. w.. Die dritte Abtheilung beſteht aus Mergel- oder Kalkſtein-Platten, die vierte aus Kalkſtein. Die ganze Gruppe wird von Korallen-führendem Kalkſtein bedeckt, der den Coralrag der Engländer repräſentirt, und über dieſem erſcheint die Neocomien-Formation, die in drei Glieder zerfällt.

Ohne alle die Schichten genauer ſchildern zu wollen, will ich hier nur eines Profils gedenken, vom Oxford-Gebilde aufwärts bis zum Neocomien reichend, das ich auf der Weſtſeite des See's von Bourguet, auf dem Weg von Chambery nach Lyon ſah:

Kreide.
- Oberer Neocomien-Kalkſtein mit Chama ammonia.
- Mittlerer Neocomien, mit Spatangus retusus.
- Unterer Neocomien, eiſenreicher, kalkiger Sandſtein, mit Ostrea, Pecten u. ſ. w. = der Baſis des engliſchen unteren Grünſand.

Jura.
- Korallen-Kalkſtein.
- Schiefer und Kalkſtein.
- Oxford-Jura, mit Kelloway-Petrefacten.

Die Oxford-Gruppe bildet die Baſis aller Vorberge in den Savoyer Alpen; ihre Gipfel beſtehen aus Neocomien-Kalkſtein, der oft noch von jüngeren Formationen bedeckt wird, wie ſolches unfern Annecy, im Arve-Thal, bei Sallenches und Genf zu ſehen iſt. Die Oxford-Kalkſteine ſind — aber ohne dieſe Decke — zumal in der bergigen Gegend öſtlich von Vevey entwickelt. Bei St. Denis führt der Kalk Ammonites und Aptychus, und daſſelbe Gebilde, mächtigen Biegungen unterworfen, ſetzt den hohen Pik, Dent de Jaman zuſammen (1872 Meter über dem Meere), der allen „Touriſten“ ſo wohl bekannt iſt; Maſſen gefleckten Kalkſteines mit Feuerſtein ruhen auf dunklem Schiefer und unreinem Kalkſtein. Von dieſem Berg zeigt ſich, in abſteigender Ordnung, ein Profil mehrerer Kalkſteine, wie namentlich in der Bucht von Montreux, welches den Lias zu vertreten

ſcheint.*) Auf meinen Wanderungen in den Schweizer Alpen, ſei es an den Seen von Thun oder Brienz oder an dem nördlichen Ufer des Vierwaldſtädter Sees, bemerkte ich Kalkſteinbänke, die nach Studer, Eſcher und den erfahrenſten Schweizer Geologen, der Oxford-Gruppe angehören, bisweilen von Kalkſtein, Aequivalent des Coralrag, bedeckt werden, gewöhnlich aber von Neocomien-Kalkſtein. Der Portland-Kalkſtein, welcher im Jura ſo ſehr entwickelt und in den Umgebungen von Solothurn einen ſeltenen Reichthum an Petrefacten beſitzt, iſt meines Wiſſens bis jetzt in den Alpen noch nicht nachgewieſen worden.**) Leider können nur vermittelſt der Verſteinerungen — und wie bekannt ſind ſolche in den Kalkſteinen der Alpen nichts weniger als häufig — die einzelnen Glieder der juraſſiſchen oder oolithiſchen Reihe unterſchieden werden. Die oberen Glieder der unteren Abtheilung der Jura-Gruppe im Kanton Glarus — auf Kohlenſchiefern ruhend, welche wieder das ſogenannte „Sernft-Conglomerat“ und quarzige Talkſchiefer bedecken — zeigen ſich bisweilen dolomitiſch (Studer's „Zwiſchen-Bildungen“) und enthalten Eiſenerz in einem oolithiſchen Geſtein vertheilt. Es iſt die Felsart, welche Ammonites Gowerianus *(Sow.)*, A. macrocephalus *(Schloth.)*, A. Parkinsonii (?), Ostrea pectiniformis *(Schloth.)*, O. calceola *(Goldf.)*, Terebratula digona *(Sow.)*, u. ſ. w. enthält. In dem höheren, den Eiſen-Oolith unmittelbar bedeckenden Geſtein (dem „Hochgebirgskalk“ Eſcher's), das namentlich in den Kantonen Glarus und Appenzell auftritt, finden ſich die ſo ſehr charakteriſtiſchen Petrefacten Ammonites biplex und A. polyplocus, von Belemniten begleitet; es kann demnach das genannte Geſtein ganz gut als Vertreter des Oxford-Gebildes der Alpen gelten.***)

Kreide-Syſtem.

Neocomien-Kalkſtein = Unterer Grünſand; Gault; Oberer Grünſand; Inoceramen-Kalkſtein oder Kreide.

Es war bereits die Rede davon, daß die Geſteine, welche als Aequivalente der oolithiſchen Reihe anzuſehen ſind, gleichförmig von anderen

---

*) Nach einer Mittheilung Collons kommt dort in den ſchwarzen Kalkſtein- und Schiefern der Ammonites Petit Thouars *(d'Orb.)*, ein Lias-Petrefact vor.

**) Die große Menge mancher eigenthümlicher Petrefacten, die das Portland-Gebilde von Solothurn bezeichnen, deuten hier, wie es auch bei dem „Portland rock“ in England der Fall, auf den lokalen Charakter dieſer Formation hin.

***) Vergl. wegen der petrographiſchen Verſchiedenheiten der juraſſiſchen Geſteine in den Alpen, die Gebirgskunde von Arnold v. Eſcher, in dem naturhiſtoriſchen Bericht über den Kanton Glarus von Heer in Zürich.

Kalksteinen, dem „Neocomien“ fremdländischer Geologen, bedeckt werden.*) In England vertritt — wie ich vermuthete und wie die Beobachtungen von Fitton dargethan haben — unser unterer Grünsand wenn auch nicht den ganzen, doch einen Theil des Neocomien. In den Alpen hängt diese Formation so sehr mit dem Alpenkalkstein zusammen, daß — bevor sie vermittelst der Petrefacten unterschieden wurde — Sedgwick und ich solche als das oberste Glied der mächtigen Kalk-Ablagerungen in den Alpen ansahen und mit anderen Geologen zu dem oberen Oolith rechneten. Unsere Meinungen über die Lagerung sind jetzt noch richtig, denn — wenige lokale, durch andere Geologen nachgewiesene Vorkommnisse ausgenommen — scheint es, daß in den Alpen, wie im Jura, eine zusammenhängende Reihe von Ablagerungen ohne irgend eine Unterbrechung auf einander folgte bis zur Bildung der die Kreide bedeckenden nummulitischen Gruppe (einschließlich.) Favre hat sich allerdings nachzuweisen bemüht, daß in den Alpen-Gegenden um den Mont-Blanc das Kreide-System (vom Neocomien bis zur Nummuliten-Zone einbegriffen) in mehr oder weniger horizontalen Lagen auf gewundenen Schichten der Jura-Gruppe erscheint.**) Ich will den einzelnen Fällen, welche dieser Geolog schildert, gerade nicht widersprechen; aber andere und zahlreiche Beispiele thun dar, daß in den nämlichen Gegenden eine vollständige, ununterbrochene Reihenfolge statt findet, wie ich sie schon oben zu beschreiben versuchte und wie sie in den Venetianer Alpen so deutlich zu sehen sind. Wer je die Berge um Chambery in den Savoyer Alpen durchwandert oder die Biegungen und Windungen, welche die ganze Reihe der sekundären Gebilde in den kleineren Schweizer-Kantonen erlitten, beobachtet hat, oder die Art und Weise, wie die Gesteine über der Kreide und diese selbst sich gleichförmig über die gewundenen Jura-Schichten abgelagert haben, gesehen, der wird wohl nicht in Annahme der Schlüsse zaudern, zu denen ich gelangte.

Ich will jedoch meinen Beweisen erst einige Worte über die allgemeine Structur und die Grundzüge des eigentlichen Kreide-Systemes in den Alpen vorausschicken. Dessen unteres Glied, der Neocomien-Kalkstein, ist unbedingt das mächtigste und wichtigste Glied der ganzen Formation. Es wurde bereits gesagt, daß eben diese Ablagerung in den Venetianer Alpen als ein harter weißer Sandstein auftritt, welcher Feuerstein und charakteristische Petrefacten führt, und unter der grauen, weißen und rothen Scaglia

*) Vergl. meine Bemerkungen über die Aequivalente des Neocomien (Bull. de la soc. géol. de Fr. vol. X, pag. 392, und Procedings of the Geol. Soc. of Lond. vol. IV, pag. 112.) Es war mir damals nicht bekannt, daß Kapitän Ibbetson zu Neufchatel die nämliche Ansicht ausgesprochen hatte.

**) Bull. geol. etc. vol. IV, pag. 996.

oder Kreide, einfällt. In den öſterreichiſchen Alpen iſt es der Hippuriten-Kalkſtein und Marmor, von grauer, gelber, auch rother Farbe, der beim Untersberg unfern Salzburg, um das Goſauthal und an vielen andern Orten, unter Bänken von unreinem Kalkſtein, von Mergel und Sandſtein einfällt, die Gault- und Kreide-Petrefacten führen. Noch deutlicher als bei Neufchatel, kann die Ablagerung im weſtlichen Savoyen geſehen werden. Im Weſten von Chambery zeigt ſich ein beſonders lehrreiches Profil. Die unterſten Glieder der Reihe beſtehen aus Oxford-Kalkſteinen und Schiefern und aus dem oben erwähnten Korallen-Kalkſtein, der das oberſte Glied der Jura-Gruppe in der ganzen Gegend ausmacht. Auf dieſem ruht der unterſte Neocomien, ein harter, kieſeliger Sandſtein, mit kleinen, ſtark gefalteten Arten von Ostrea, mit Terebratula, Nerinea, u. ſ. w. Der mittlere Neocomien beſteht aus wechſellagernden Schichten von blaulichgrauem, mergeligem Kalkſtein, kalkigem Sandſtein und Quarz; in dieſer Ablagerung kommen charakteriſtiſche Petrefacten vor, namentlich Spatangus retusus. Die obere Abtheilung bildet ein weißlicher, oft Marmor-artiger Kalkſtein, der in Savoyen Hippurites und Chama (Caprotina) ammonia *(d'Orb.)* enthält.

Der Neocomien zerfällt, beſonders in ſeiner Verlängerung an den Gehängen von Savoyen und in den Schweizer Alpen, in zwei große Unterabtheilungen: eine untere, dunkelfarbige, bezeichnet durch Gryphaea Couloni *(Leym.)*, Rhynconella (Terebratula) depressa *(d'Orb.)*, Spatangus retusus *(Lam.)*, Studer's Spatangen-Kalkſtein; und eine obere, ein hellfarbiger Kalkſtein, der die Caprotina ammonia enthält, Eſcher's Schratten-Kalkſtein. Das Ganze bildet in dem größeren Theil der Alpen einen ausgezeichneten und ſicheren Horizont. *)

Kreide-Grünſand oder Gault der Alpen.

(Eſcher's Turriliten-Gebiet.)

Den weit verbreiteten Neocomien-Kalkſtein der Savoyer-Alpen bedeckt, wie ſchon geſagt, an vielen Orten eine dünne Zone dunkelfarbigen, mergeligen Kalkſteines, der hie und da Chlorit-Körner und zahlreiche Petrefacten enthält. Unter den Verſteinerungen, welche mein Führer, A. Balmat von Chamouny, in dem Montagne de Fis ſammelte, erkannte Pichet von Genf Ammonites cristatus *(de Luc)*, A. Hugardianus *(d'Orb.)*, A. Magorianus *(d'Orb.)*, A. inflatus *(Sow.)*, A. splendens *(?)*, Hamites

*) Beachtung verdient der Umſtand, daß der obere, durch Caprotina Ammonia charakteriſirte Streifen, ſo wie der untere Theil der Formation, bei Neufchatel fehlt.

alternatus *(Sow.)*, Nautilus (kleine Art), Avellana incrassata *(d'Orb.)*, Inoceramus sulcatus *(Sow.)*, Solarium ornatum? *(d'Orb.)*, endlich eine neue Art, begleitet von verſchiedenen Echiniden (Discoidea, Galerites und Micraster, *Ag.*)

Zugleich mit dieſen Verſteinerungen muß ich noch einer Anzahl anderer gedenken aus der Gegend von Saſſonet unfern Bonneville, die mir von Pictet überlaſſen wurden. Jeder engliſche Geolog wird ſich bei einem Blick auf dieſelben überzeugt fühlen, daß das Geſtein, aus welchem ſie ſtammen, den Gault und oberen Grünſand repräſentirt. Man kann einen Streifen dieſes Geſteins, das einige der charakteriſtiſchen Petrefacten enthält, in den Schweizer- und bayeriſchen Alpen bis hoch in die Berge verfolgen.*)

Inoceramen-Kalkſtein (Seewer-Kalk), Aequivalent der Kreide im nördlichen Europa.

Als ich die Savoyer Alpen beſuchte, war es mein Zweck zu ergründen, ob nicht ein Aequivalent der Kreide im nördlichen Europa nachzuweiſen ſey, die den oberen Grünſand bedeckend, zwiſchen dieſer Formation und dem Nummuliten-Gebiet auftritt. Als ich im verfloſſenen Sommer in jenen Regionen umherſchweifte, ſchien mir wenig Hoffnung für eine ſo mächtige Entwickelung der Kreide-Schichten, um ein Aequivalent der weißen Kreide aufzufinden, denn dort ruhen die nummulitiſchen Gebilde unmittelbar auf dem Neocomien-Kalkſtein. Ueberdieß hat Favre in ſeiner jüngſten Schrift**) gezeigt, daß die Nummuliten-Zone in Savoyen unabhängig iſt von dem Kreide-Syſtem einerſeits und von dem darüber liegenden Macigno oder Flyſch andererſeits. Es zweifelt dieſer Geolog nicht an der Richtigkeit ſeiner Schlüſſe, indem die Nummuliten-Geſteine, wo er ſie unterſuchte, entweder auf Jura-Kalkſtein oder auf Neocomien ruhen. Indeß konnte eine ſolche Behauptung durch die Entdeckung der fraglichen Schichten in einer von Stö-

*) Die Petrefacten, welche ich von Pictet erhielt, finden ſich in einer, nur wenige Fuß mächtigen Schichte; ich erkannte Ammonites inflatus *(Sow.)*, A. Candollianus *(Pict.)*, A. varicosus *(Sow.)*, A. Mayorianus *(d'Orb.)*, A. Lyellii *(d'Orb.)*, A. monile *(Sow.)*, A. milletianus *(d'Orb.)*, A. regularis *(Leym.)*, A. latidorsatus *(Michelin)*, A. Hugardianus *(d'Orb.)*, Hamites rotundus *(Sow.)*, H. virgulatus *(Brongn.)*, Turrilites Bergeri *(Brogn.)*, Avellana incrassata *(d'Orb.)*, Inoceramus concentricus *(Sow.)*, I. sulcatus *(Sow.)*, Cucullaea fibrosa *(d'Orb.)*, Arca, drei Arten, Terebratula ornithocephala *(Sow.)*, T. Plicatilis *(Sow.)*, Ceromya inflata *(Ag.)*, ferner Micraster und andere Echinodermen. Vergl. Pictet's treffliches Werk „Description des Mollusques fossiles des grès verts des environs de Genève" 1r livr. 1847.

**) „Sur la position relative des Alpes Suisses occidentales et des Alpes de la Savoie," im Bull. etc. vol. IV, pag. 996.

rungen weniger heimgesuchten Gegend widerlegt werden, was auch der Fall war. Auf einer gemeinschaftlichen Wanderung mit Pillet aus Chambery durch die Thäler von Thones und dem Grand Bornand nach dem Arve-Thal fand ich höchst lehrreiche Profile in den Umgebungen von Thones entblößt.

Als ich das Thal von Thones von Westen aus betrat, entdeckte ich alsbald unsern Annecy-le-Vieux Schichten von Neocomien und darüber liegend nummulitische Gesteine mit Pecten. Indeß gestatteten die zertrümmerten Schichten, so wie meine karg zugemessene Zeit, hier keine nähere Untersuchung. Näher gegen den Flecken Thones jedoch bemerkt man, wie die oberen Neocomien-Schichten mit Caprotina ammonia, nach einigen Windungen an der nördlichen Seite des Thales einen Rücken bilden, bei einem nördlich-südlichen Streichen nach Süd-Ost unter Winkeln von 55° bis 60° einfallen, während an ihrer Oberfläche andere Gesteine auftreten. Oberhalb des oberen Neocomien-Kalksteines ist eine kleine Vertiefung, wahrscheinlich von der Aushöhlung weniger harter Gesteine herrührend, als der darüber und darunter liegende Kalkstein. Pillet und ich fanden Grünsand-Terebrateln, die — mit der Lage und dem Charakter der Schichten verglichen — unzweifelhaft als Vertreter des, gewöhnlich in den Alpen entwickelten, Gault und oberen Grünsand anzusehen sind. Allmählig gehen diese Schichten, aus dunkelem Schiefer, unreinem Kalkstein, und sandigem grünem Mergel bestehend, (nach oben) in gelblichen Kalkstein über, der wieder von hellfarbigem Kalkstein mit Feuerstein bedeckt wird; in demselben kommen mehrere Arten von Inoceramus vor, und besonders wohlerhalten der I. Cuvieri.

Letztere Schichte ließ sich, ihrer Lage und den Petrefacten gemäß, als Repräsentant der Kreide nicht verkennen. Es wechselt dieser Kalkstein seine weiße Farbe, er wird braun, und alsdann wieder, ohne daß eine Störung oder sonst eine Unregelmäßigkeit statt fände, von Nummuliten-führenden Schichten bedeckt, welche nach oben sandiger werden und Pecten enthalten. Nun folgen Schichten von sandigem Kalkstein und dunkelgrauer, weiß geaderter Kalkstein. Die nummulitische Gruppe, welche in ihren tieferen Bänken mit dem Inoceramen-Kalkstein (oder Kreide) in Verbindung steht, hängt auf gleiche Weise mit den auf ihr ruhenden Gebilden zusammen, d. h. mit glimmerigen Sandsteinen, mit Mergeln, Kalksteinen und Conglomeraten, welche einen Theil des Flysch der Alpen vertreten. Letztere enthalten gewisse Fisch-Reste (durch Agassiz beschrieben), so wie Abdrücke von Muscheln. Es sind diese Schichten völlig identisch mit jenen, die ich unsern Chambery als untere Glieder des Flysch von Savoyen erkannt hatte, wo sie ebenfalls die Nummuliten-Gesteine bedecken. Steigt man das seitliche Längenthal, östlich vom Grand Bornand hinan, so bemerkt man, zumal zwischen Thones und

St. Jean de Sixt, auf der linken Seite eine Höhe aus Neocomien und Kreide-Kalksteinen bestehend, von Nummuliten-Kalkstein und einigen Schiefern des Flysch bedeckt; auf der andern Seite des Weges gehen höhere Glieder der Gruppe, Sandsteine und Conglomerate zu Tag. Alle die, unter hohem Winkel geneigten Schichten, liegen gleichförmig auf einander; sie fallen nach Süd-Süd-Ost ein; der Neigungs-Winkel wächst mit der Entfernung von den sekundären Kalksteinen. Bei La Sommerie, östlich vom Grand Bornand, in einer tiefen Schlucht unterhalb der Montagne de Four, wird hauptsächlich Braun-Kohle gewonnen, gleichen Alters mit jener von Entrevernes bei Annecy, die inmitten der nummulitischen Gruppe auftritt. *)

Demnach gibt es in den Umgebungen des Mont Blanc eine zusammenhängende Schichten-Reihe, die nicht allein die gesammte Folge der eigentlich sogenannten Kreide-Gebilde, sondern auch deren Uebergang in Schichten mit Nummuliten deutlich erkennen läßt; überdieß werden letztere von Flysch bedeckt. Die Folgerungen von Favre können also auf diesen Theil Savoyens — wo keine Störungen die ursprünglichen Charaktere der Ablagerungen verdunkelten — nicht angewendet werden. Diese Nummuliten- und Flysch-Gebilde — welche wir in der Schweiz wegen der deutlicher aufgeschlossenen Profile und der größeren Anzahl von Petrefacten besser erkennen — machen eine natürliche Gruppe aus, geschieden von dem Kreide-System, aber doch innig und gleichförmig mit demselben verbunden. Sie sind am mächtigsten entwickelt in den höchsten und unzugänglichsten Theilen der Schweiz, in den Kalk-Regionen nordöstlich, nördlich und westlich vom Mont Blanc. Dort steigen sie zu beträchtlichen Höhen empor; sie bilden die erhabensten Punkte des Dent du Midi, der Diablerets — zu 9849 bei jenem, zu 10,050 fr. Fuß hier emporsteigend. Die Versteinerungen vom Gipfel der Diablerets waren schon geraume Zeit den Geologen bekannt; es finden sich zumal Nummulites globulus (*Leym.*), N. Biaritzana (*Arch.*), (regularis *Ruttimeyer*), Cerithium diaboli (*Brongn.*), C. elegans (*Desh.*), C. polymeres (*Leym.*), nebst Ampullaria, Chemnitzia, Melania costellata (*Lam.*); drei Arten sind von im Pariser Becken vorkommenden nicht zu unterscheiden.

---

*) Die Kohle von Entrevernes wurde von Bakewell (Travels in the Tarentaise, vol. IV, pag. 186) geschildert; er führt Cytherea und Cerithium an, gedenkt aber nicht der Nummuliten. Chamousset, Berneuil, Sismonda und Biquesnel, die zusammen den Ort besuchten, fanden tertiäre Muscheln (Bull. de la soc. géol. de France, 2. ser. I, pag. 214). Kohle von demselben Alter kommt, zugleich mit Nummuliten — nach Necker — an dem Gipfel der Diablerets und bei Pernant an der Arve vor, (Bibl. univ. de Genève, tom. XXXIII, pg. 90.)

Wir verdanken bekanntlich Brongniart eine vortreffliche Schilderung der Felsmaſſen, welche die Diablerets zuſammenſetzen. Er erwähnt nicht allein der Nummuliten und anderer Petrefacten, und eines Streifens anthracithiſcher Kohle, ſondern ſchloß auch mit gutem Grund aus der Natur der Verſteinerungen, daß dieſe Gebilde ungefähr gleichen Alters ſeyen mit den unterſten Schichten des Pariſer Beckens. Er trennte ſcharf die nummulitiſchen und kohligen ſchwarzen Kalkſteine von jenen der angrenzenden Berge, in welchen Ammonites, Hamites und andere Grünſand-Petrefacten vorkommen — nur erregte das eigenthümliche, für ein höheres Alter ſprechende Ausſehen der Kalkſteine und Schiefer nicht geringe Zweifel in ihm. Solch ein Gewicht legte man damals auf den petrographiſchen Charakter der Felsarten.*) Jetzt, da bekanntlich obere ſecundäre oder Kreide-Gebilde in den Savoyer Alpen und in Wallis vorkommen, da ſogar ein Aequivalent der Kreide nachgewieſen worden, ſehen wir erſt, wie klar die Schlüſſe Brongniart's waren, indem er die ſchwarzen nummulitiſchen Kalkſteine der Diablerets für tertiär hielt.

In der Abſicht, die über der Kreide befindlichen Gebilde in den Alpen näher kennen zu lernen, wo die Arbeiten Studer's und Eſcher's von der Linth ſchon ſo viel Licht verbreitet hatten, gab ich fernere Unterſuchungen in dieſer Hinſicht in Savoyen und Wallis auf, zufrieden wenigſtens den Schlüſſel zu einer regelmäßigen Schichten-Folge gefunden zu haben, was früheren Beobachtern entgangen. Auch war ich überzeugt, daß der Kalkſtein mit Inoceramus, der zwiſchen dem Grünſand und den nummulitiſchen Geſteinen Savoyens auftritt, nichts anderes, als ein Aequivalent des Seewer-Kalkſteins der Schweizer Geologen ſey. Künftige Unterſuchungen werden dieß beſtätigen.

---

*) „Es würde demnach ſehr wenig gewagt ſeyn" — dieß ſind Brongniart's Worte — „ungeachtet der Lagerungs-Verhältniſſe des kalkigen, foſſile Reſte-umſchließenden Geſteins, ungeachtet ſeiner Dichtheit, ſeiner ſchwarzen Farbe, ſeiner gleichförmigen Schichtung mit dem darunter befindlichen alten Kalk; es würde wenig gewagt ſeyn, ſage ich, wollte ich jenes Gebilde als zur nämlichen Formation gehörig anſehen, wie den Grobkalk, wenn daſſelbe nicht von Felsarten bedeckt wäre, welche von Neuem die Kennzeichen der Homogeneität und der Dichtheit tragen, die man dem Alpen-Kalkſtein zuſchreibt." (Mémoire sur les Terrains du Sédiment supérieur, pag. 44). Dieſe ſchwarzen, kieſeligen und glimmerigen unreinen Kalkſteine und dichten, weißgeaderten Kalkſteine gehören dem Flyſch-Gebilde an.

Nummulitiſche Geſteine und Flyſch der Schweiz („Alpiniſcher Macigno" Studer's) in ihren Beziehungen zu den darunter liegenden Kreide-Gebilden.

Nachdem von den Kreide- und jüngeren Gebilden in den Savoyer-Alpen die Rede geweſen, wollen wir uns nun näher mit jenen Ablagerungen beſchäftigen, die ich, gemeinſchaftlich mit Brunner von Bern oder mit Eſcher von der Linth in den Kantonen von Luzern, Unterwalden, Schwyz, Glarus, Appenzell und St. Gallen kennen zu lernen Gelegenheit hatte. Ich werde dabei manchmal an die darunter liegenden Kreide-Schichten erinnern. Da ich ſchon einen allgemeinen Ueberblick gab, wird es beſſer ſeyn, die ganze Schichten-Reihe in jeder Gegend, die phyſikaliſch mit der Nummuliten-Zone in Verbindung ſteht, zuſammenzufaſſen, als alle die einzelnen Gebilde in den verſchiedenſten Gegenden zu beſchreiben. Es würde dieß auch meinen Plan ſtören: den innigen Zuſammenhang gewiſſer Felsmaſſen, die für tertiäre zu halten ſind, mit anderen der ſekundären Epoche darzuthun.

Der Leſer möge ſich erinnern, daß zur Zeit als Sedgwick und ich die öſterreichiſchen Alpen ſchilderten, Studer, Eſcher und Andere ihre Unterſuchungen über den Gebirgsbau in den Alpen der Schweiz noch nicht bekannt gemacht hatten. Studer's treffliches Werk über die Molaſſe war freilich bereits erſchienen, aber noch nicht ſein erſter Verſuch einer Klaſſifikation der älteren Formationen. Seit der Zeit verlangte jener Gegenſtand bei dem raſchen Fortſchreiten eine neue Unterſuchung, zumal in einem an verwickelten und intereſſanten Verhältniſſen ſo reichen Gebirge.*)

Auf meinem Rückwege von Savoyen war ich ſo glücklich, zu Solothurn bei einer Verſammlung der Schweizer Naturforſcher einen Aufſatz über Nummuliten und andere Foraminiferen von Ruttimeyer vortragen zu hören. Bei einer früheren Gelegenheit hatte Brunner ſchon dieſe Thier-Reſte und ihr Vorkommen beſchrieben,**) aber, da er wünſchte, daß der zoologiſche

---

*) Niemand iſt mehr von der Nothwendigkeit überzeugt, wiederholte Reviſionen und Verbeſſerungen auf geologiſchen Karten, welche einzelne Theile der Schweiz betreffen, vorzunehmen, wie Studer, namentlich ſeit man in der Kenntniß der Petrefacten ſolche Fortſchritte gemacht hat. Die alten Anſichten, welche noch auf ſeiner kleinen Karte der Umgebungen von Bern dargelegt ſind, bedürfen — ſo ſagte er mir — einer gründlichen Verbeſſerung. Vergl. Mém. de la soc. géol. de France, III, pag. 379.

**) Vergl. Brunner's Aufſatz „Beiträge zur Kenntniß der Flyſch- und Nummuliten-Formation" in den Mittheilungen der naturforſchenden Geſellſchaft zu Bern, 1847. Brunner vergleicht hier die nummulitiſchen Gebilde nördlich vom Thuner

Theil seiner Arbeit einer genauen Prüfung unterworfen werde, nahm er die Hülfe seines gelehrten Freundes Ruttimeyer in Anspruch, deren Resultat der oben erwähnte Aufsatz war. Brunner hatte die Güte, mich auf meinen Ausflügen in die kleinen Kantone zu begleiten. Bei Beatenberg unfern Thun tritt ein Kohlen-Streifen mit nummulitischen Ablagerungen auf, d. h. in Schichten unterhalb des Flysch. Diese Kohle, welcher man sich in der Gas-Fabrik zu Bern bedient, erscheint genau auf dem nämlichen geologischen Horizont, wie die Kohle von Entrevernes bei Annecy, am Grand Bornand in Savoyen und an den Diablerets. Es findet also in dieser Hinsicht eine genaue Analogie zwischen dem nördlichen und südlichen Gehänge der Alpen statt, denn — wie später gezeigt werden soll, wird Kohle in ziemlicher Menge aus den tieferen Schichten der nummulitischen Gesteine, zwischen Vicenza und Recoaro, und am Monte Bolca gewonnen, in Gegenden, wo diese Gebilde ohne allen Zweifel Kreide-Ablagerungen bedecken. Die nummulitischen Gesteine vom Beatenberg ruhen auf Neocomien-Kalkstein und über ihnen erscheinen Flysch-Massen. In den Regionen, welche Brunner und ich gemeinschaftlich durchforschten, fanden wir die Verhältnisse der Gebilde zu den darunter liegenden Gesteinen weit klarer und besser entwickelt, und mehr im Einklang mit meinen Beobachtungen bei Thones in Savoyen. Als ich mit Escher von der Linth zusammentraf, hörte ich zu meiner Zufriedenheit, daß dieser treffliche Geolog zu den nämlichen Folgerungen gelangt sey, wie ich — eine einzige eigenthümliche, den Uebergang bildende Schichte ausgenommen, worauf ich großes Gewicht lege — und daß er als die richtige Stelle der nummulitischen Zone stets jene oberhalb des Inoceramen-Kalksteins, oder des Vertreters der Kreide ansehe.

Die beträchtliche Kalkstein-Ablagerung, welche Nummulites, Orbitolites, Operculina, nebst gewissen Muscheln enthält, und von mächtigen Flysch-Bänken bedeckt wird, d. h. von unreinem Kalkstein, Sandstein und Schiefer, die sich vom Beatenberg und Habkeren bis nach Alpnach ausdehnen, parallel der größeren Axe der Schweizer-Alpen streichend, d. h. von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost. Es ist in der That eine erhabene Mulde zwischen den gigantischen Kalkmassen des Pilatus im Nord-West und den die Seen von Brienz und von Sarnen umgebenden Bergen, deren südöstlichen Punkt das Stanzerhorn bildet. Die tiefe, gegen Alpnach zugekehrte Seite des Vierwaldstätter-Sees befindet sich hauptsächlich in den weicheren Mergelschiefern oder Sandsteinen der Flysch-Gruppe, während

See mit denen der Diablerets, denn beiden ist Nummulites globulus (*Leym.*) gemeinschaftlich. Dieß ist auch mit Chemnitzia, Cerithium der Fall, und die Neritina Fischeri (*Brunner*) von Thun kann kaum von der N. lineolata (*Desh.*) des Pariser Beckens unterschieden werden.

die härteren Kalk-Maſſen die Gehänge, die Seiten der Mulde zuſammenſetzen, den Pilatus auf der einen und das Stanzerhorn auf der andern Seite. Meine Unterſuchungen am Pilatus waren keineswegs ſo genau, um eine vollſtändige, geognoſtiſche Schilderung deſſelben geben zu können. Ich beſtieg den Berg von Alpnach aus, vom ſüdlichen Gehänge des Tomlihornes, wanderte alsdann durch ein Thal, das Eckhorn zur rechten Seite, auf den, Eſel genannten Gipfel zu, der etwa 6000 Fuß über dem Meere liegt. Nur kurze Zeit war der Betrachtung der nummulitiſchen Schichten und den Geſteinen, worauf ſie ruhen, vergönnt. Die Hauptmaſſen des Berges beſtehen aus oberem Neocomien-Kalkſtein (mit Caprotina ammonia), und zwiſchen dem Tomlishorn einerſeits und dem Ruſtigerwald andererſeits bemerkte ich braune, ſandige Kalkſteine, die einen ſtarken Gegenſatz zu den weißen Neocomien-Kalken am Gehänge des Berges bildeten. Ich ſah keine Spuren von Gault, oberem Grünſand oder Inoceramen-Kalkſtein, aber nach den Analogieen am öſtlichen Geſtade des Sees von Luzern urtheilend, dürfte dennoch auf dieſem hohen Berge, wo Störungen mannigfacher Art ſtatt fanden, eine Reihe ſolcher Gebilde nachzuweiſen ſeyn. Von einem Punkt unfern des, Eſel genannten Gipfels, wo Nummuliten vorkommen,*) nahm ich ein anſteigendes Profil wahr, deſſen Schichten ſich ſtark gegen Süd-Süd-Oſt neigen: Bänke unreinen Kalkſteines, eiſenreiche, kalkige Sandſteine (zum Theil piſolithiſch) mit Abdrücken von Pecten und anderen Petrefacten. Dieſe grünen und kalkigen Sandſteine fallen ſtark unter einer mächtigen Ablagerung von Schiefern, glimmerigen Sandſteinen und Kalkſteinen ein — mit kurzen Worten: unter dem Flyſch. Es geht hieraus hervor, daß die nummulitiſchen und Flyſch-Geſteine, obwohl vollkommen vereinigt und gleichförmig auf einander abgelagert, eine natürliche Gruppe bildend, in dieſer hohen Schlucht zwiſchen zwei Wällen des älteren Neocomien-Kalkſteines eingeſchloſſen ſind. Mein kurzer Aufenthalt geſtattete keine nähere Unterſuchung der Berg-Gehänge; nur verdient noch Beachtung, daß in den großen Maſſen dünngeſchichteter mergeliger und ſandiger Schiefer, kleine Foraminiferen vorkommen, die nach Brunner und Ruttimeyer auch in den Umgebungen von Thun getroffen werden. Die nummulitiſchen und Flyſch-Gebilde des Pilatus tragen im Ganzen den Anſchein, als ob ſie zu einer ſehr zertrümmerten und hochgeneigten Mulde emporgehoben worden wären, deren Seiten auf dem

*) Die Nummuliten-Art, welche ich am Pilatus ſammelte, iſt klein, aber, wie bekannt, finden ſich dort auch ſehr große Arten. Hinſichtlich der organiſchen Reſte bemerke ich, daß Brunner und ich uns überzeugten, wie ungemein verſchieden einzelne Arten von Nummulites und anderen Foraminiferen in derſelben Gegend ſich zeigen, und wie wieder die nämlichen charakteriſtiſchen Arten in den entlegenſten Regionen zu Hauſe ſind.

Neocomien-Kalkſtein ruhen, welcher letztere eine der großartigſten Felſenmauern in dieſem äußeren Gebiet der Alpen zuſammenſetzt, im Vergleich zu den niedrigen, wellenförmigen Molaſſe- und Nagelflue-Gegenden, welche hier den Kanton Luzern durchziehen.

Das öſtliche Ende des Sees von Alpnach wird faſt gänzlich durch eine Landzunge abgeſchnitten, aus wellenförmigen Höhen beſtehend, die — nach Brunner's Unterſuchungen — eine ſehr lehrreiche Mulde bilden: die tiefſten Schichten auf beiden Seiten ſind oberer Neocomien-Kalk, bedeckt von Seewer-Kalkſtein, einem Aequivalent des Inoceramen-Kalkſteines; darauf ruht ein Becken von nummulitiſchem Kalkſtein und Flyſch.*)

Die Orbitoliten, welche Schichten von beträchtlicher Mächtigkeit in den Bergmaſſen am Beatenberg um Thun bilden, ſind hier in Streifen eines grünen, kalkigen Sandſteines, der nur wenige Fuße breit iſt, enthalten, während Nummulites millecaput (*Boubée*) oder polygyrata (*Desh.*) in großer Menge vorherrſcht, und gleichſam — wie Brunner meint — N. rotularis (*Desh.*) oder N. globulus (*Leym.*) zu erſetzen ſcheint. Die erſtgenannte, große und wohlkenntliche Art, die auf dem Erdball eine ſo große Rolle ſpielt, kommt namentlich noch an mehreren Orten nordöſtlich vor, wovon ſpäter die Rede ſeyn ſoll.**)

---

*) Als Brunner dieß Vorgebirge unterſuchte, entging ſeiner Aufmerkſamkeit ein Streifen von ſekundärem Grünſand oder Gault, den wir ſpäter — wie namentlich in Savoyen — ſo ungemein häufig zwiſchen dem oberen Neocomien- und dem Inoceramen-Kalkſtein bemerkten. Aber wie leicht kann dieß bei einer ſolchen Wanderung, wo man oft nur die Geſammt-Verhältniſſe in's Auge faßt, geſchehen.

**) Auf meiner Wanderung bediente ich mich natürlicher Weiſe der ſpecifiſchen Namen, welche Ruttimeyer und Brunner den Nummuliten und anderen Foraminiferen der Schweizer Alpen gegeben hatten. Als ſpäter d'Archiac die von mir geſammelten foſſilen Reſte ſah, erkannte er manche Arten, die er früher ſchon in Frankreich aufgefunden und beſchrieben hatte. Wir geben, welche Benennung nun angenommen werden möge, damit kein Mißverſtändniß entſteht, beide vorgeſchlagene Namen. Eine höchſt wichtige Thatſache iſt es übrigens, daß folgende Petrefacten im ſüdlichen Frankreich, in den Pyrenäen und in den Alpen vorkommen, die Identität der Gruppe aufs deutlichſte beweiſend:

1. Nummulites millecaput (*Boubée*) = N. polygratus (*Desh.*)
2. „ planospira (*Boubée*) = N. assilinoides (*Rut.*)
3. „ Biaritzana (*Arch.*) = N. atacica (*Leym.*), N. acuta (*Sow.*), N. regularis (*Rut.*)
4. „ globosa (*Rut.*) (var. Biaritzana (*Arch.*) = N. obtusa (*Joly* und *Leym.*)
5. „ rotularis (*Desh.*) = N. globulus (*Leym.*)
6. „ placentula (*Desh.*) = N. intermedia (*Arch.*)
7. „ laevigata.

1. Orbitolites discus (*Rut.*)

Indem wir unsere Formation in dem Thal, das sich von Brunnen nach Schwyz hinzieht, an dem östlichen Ufer des Luzerner Sees, verfolgten, fanden wir, daß die zwischen dem Neocomien und dem Flysch liegenden Schichten hier viel mehr entwickelt seyen. Zwischen dem Rigi — jener mächtigen Ablagerung von Molasse und Nagelflue — einerseits und den großen Massen gewundener sekundärer Felsgebilde von Altorf andererseits, ist das von Brunnen über Seewen und Schwyz sich erstreckende Thal eine jener Mulden, deren Seiten aus sekundärem Kalkstein bestehen, welcher auf beiden Fluß-Ufern unter nummulitischen und Muscheln-führenden Ablagerungen einfällt. Besonders deutlich erscheint die Schichten-Folge auf der Nordseite. Das Profil beginnt — in ansteigender Ordnung — am Ende des Sees von Lowerz, nördlich von Seewen mit dunkelfarbigem unterem Neocomien-Kalkstein, bedeckt von hellfarbigem, krystallinischem, dickgeschichtetem oberem Neocomien-Kalkstein, in welchem wir nicht allein zahllose Reste von Caprotina ammonia, sondern auch Hippurites Blumenbachii nebst Korallen und Echiniten entdeckten. In einer Vertiefung liegen darüber weichere Gebilde, die Aequivalente des Gault und oberen Grünsands, mit kleinen Ammoniten und anderen Petrefacten. *)

Nun folgt der Seewer-Kalkstein der Schweizer Geologen. Diese Felsart, auf oberem Grünsand ruhend, ist ein hellgraues, erdiges Gestein, in dem hellfarbiger Kalkstein von muscheligem Bruch Concretionen und wellenförmige Platten von sechs bis acht Zoll und oft noch mehr Mächtigkeit bildet. Gleich dem Grünsand und dem Neocomien, auf welchem sie liegt, scheint diese Felsmasse das Ausgehende eines Domes, der so weit man urtheilen kann, gegen Nord-Ost, Ost, Süd-Ost und Süd-Süd-Ost einfällt. Gegen Osten ist er, längs eines Flüßchens, entblößt und es wird ein bedeutender Steinbruchbau in ihm betrieben. Wir waren so glücklich, in dem Seewer-Kalkstein Fragmente von Inoceramen zu entdecken, selbst in den tieferen Schichten, die auf dem Grünsand liegen, der oberen Abtheilung des Steinbruches. Verfolgt man die, unter einem Winkel von ungefähr 25° nach Süd-Süd-Ost in das Muota-Thal einfallenden Schichten, so gelangt man an einen, nur gegen fünfzig Schritte breiten Platz, wo die Gebilde dem Auge entzogen sind, alsdann erscheinen aber in gleichförmiger Lagerung

2. Orbitolites patellaris (*Brunner.*)
3. „ stellaris (*Brunner*) = Calcarina stellaria (*Arch.*)
Operculina der O. ammonea (*Leym.*) nahe kommend.

**) Studer und Escher fanden hier mehrere Versteinerungen des Grünsands. Wenn wir nicht irren, so nannte Escher zuerst das darüber liegende Gebilde „Seewer-Kalkstein" und wies nach, daß ein ähnlicher Kalkstein eine ähnliche Stelle im Kanton Appenzell und am Wallenstadter See einnehme.

Schichten eines ſandigen, grünlichen Kalkſteines, der Nummuliten in großer Menge führt, namentlich Nummulina planospira oder asilinoides, und mit mergeligem Schiefer wechſelt, der nach oben mehr ſandig und plattenförmig wird und über welchem Bänke ſandigen Mergels mit Orbitolites, Pecten u. ſ. w. ruhen.

Das breite, durch den Muota-Fluß bewäſſerte Thal, wurde in den weichen Flyſch- und Sandſtein-Schichten oberhalb der Nummuliten-Gebilde ausgehöhlt, denn gegen Ingenbohl zu, am Abhang der gegenüber liegenden Berge, trifft man die nämlichen, hochgeneigten Schichten ſandigen Mergels, mit Orbitolites, Pecten und anderen Petrefacten. Das Gehänge der von Brunnen aus an dem linken Muota-Ufer ſich hinziehenden Höhen iſt, ſtark mit Waldungen bedeckt, ſchwer zu unterſuchen, nur hie und da bemerkt man einzelne Stellen, wo unterhalb der nummulitiſchen Geſteine der Seewer-Kalkſtein zu Tage geht, ſo wie der Grünſand, der obere und untere Neocomien. Letzterer bildet den Kern des mächtigen, dom-artig geſtalteten Kalkberges Morſchach, an der öſtlichen Seite des Vierwaldſtätter-Sees, ſüdlich von Brunnen. *)

Indem bei einer ſpäteren Gelegenheit von den ungeheueren Windungen und Brüchen, welche die ganze Reihe von Felsmaſſen, nebſt den Jura-Kalkſteinen, am oberen Ende des Altdorfer Sees erlitten hat, die Rede ſeyn wird, erwähne ich hier nur noch, daß der Seewer-Kalkſtein mit Inoceramen, der zwiſchen oberem Grünſand und den nummulitiſchen Geſteinen auftritt, genau auf der nämlichen Stelle erſcheint, wie der Inoceramen-Kalkſtein bei Thones in Savoyen, und daß beide demnach als Repräſentanten der weißen Kreide des nördlichen Europas angeſehen werden können. Faſt allenthalben in dem ſchönen Thal von Schwyz erheben ſich Felsmaſſen aus Seewer-Kalkſtein beſtehend; ich nenne hier die rothen und weißen Piks des Mythen, **) die auf die Stadt Schwyz herabſchauen, allen Freunden pittoresker Gegenden wohlbekannt. Es erinnern die Maſſen rothen und grau und weiß gefleckten Kalkſteines in hohem Grade an die Scaglia, das italieniſche Aequivalent der Kreide, während ſie ſonſt keinem Kalkſtein der Schweizer Alpen gleichen. Sie nehmen deutlich ihre Stelle oberhalb der älteren Kalkſteine (Jura und Neocomien) ein, und ich trage deßhalb nicht das geringſte Bedenken, ſie zur weißen Kreide zu rechnen, um ſo mehr, da ſie mit den darüber befindlichen

*) Dort führt der untere Neocomien Gryphaea Couloni, Rhynconella (Terebratula) depressa (*d'Orb.*) und Spatangus retusus.

**) Wir wanderten über den Mythen von der Nordſeite auf unſerem Weg von Einſiedeln durch den Hackenpaß und kehrten über Brunnen durch den Holzeckpaß zurück. Letzterer iſt beſonders großartig und nur von da aus iſt der Gipfel zugänglich.

nummulitiſchen und Flyſch-Gebilden in Verbindung ſtehen. Auf der nördlichen Seite des kleineren Piks ſahen wir, beim Erſteigen des Hackenpaß Maſſen von Schiefer und von unreinem, weißgeadertem Kalkſtein, welche gleichſam die äußere Hülle des Abhanges bildeten, bedeckt von kalkigen Sandſteinen mit Nummulites planospira, N. rotularis, N. Biaritzana und Orbitolites discus, die dicken Schalen der letzteren gleichen kleinen Kalkſpath-Lagen. In Kalkſtein-Bruchſtücken, die von den Felſen herabgerollt waren, entdeckten wir auch Inoceramus-Reſte. Die Hebung des Mythen hatte der Störungen ſo viele zur Folge, ſo mächtige Senkungen fanden dabei ſtatt, daß an eine regelmäßige Schichten-Folge nicht zu denken iſt; wir hätten kaum die eben geſchilderte Schichten-Reihe bemerkt, wären wir nicht früher durch die regelmäßig abgelagerten Geſteine der Umgegend gewiſſermaßen vorbereitet worden. In der That erſcheint eine gleiche, allgemeine Unterſtützung der Formationen auf der Oſtküſte des Sees von Lowerz, wie an deſſen weſtlichen Geſtaden. Die ungeheuren Anhäufungen von Nagelflue und Molaſſe am Roßberg, ſo wie jene des Rigi, ſtatt vom Alpen-Mittelpunkt abzufallen, neigen ſich gegen denſelben, die jungen Tertiär-Gebilde erſcheinen als die älteſten, während die nummulitiſchen und Flyſch-Geſteine zertrümmert und gegen die Kreide-Felſen des Mythen gepreßt ſind. Wenn ich übrigens behaupte, daß die Gipfel des Mythen der Kreide-Gruppe angehören, will ich damit nicht geſagt haben, daß dieß auch mit dem unteren Theil des Berges der Fall, denn kommt man von Brunnen aus, ſo zeigen ſich in dem, nach Einſiedeln führenden, Thale beträchtliche Bänke, deren tiefſte ſehr veränderte, kieſelige Sandſteine ſind mit einzelnen dolomitiſchen Adern, an die „cargneule“ *) Savoyens erinnernd. An den ſenkrechten Kalkſtein-Wänden unterhalb der rothen Piks, ſind undeutliche Schichtungs-Linien wahrnehmbar, die nach Süd-Süd-Weſt zu ziehen ſcheinen; die Geſammt-Maſſe wird von hochgeneigten Klüften durchzogen, deren Flächen unter 70° gegen Nord-Nord-Weſt einfallen. Da ein Erſteigen des Berges nur mit bedeutenden Schwierig-

*) In den waadländiſchen Alpen iſt unter dem Namen „cornieulas“ oder „cornieule“ ein eigenthümliches Geſtein bekannt, das der „Rauchwacke“ der Deutſchen zu entſprechen ſcheint. Beim erſten Anblick möchte man es für einen Tuffſtein halten, doch ſcheint es ganz anderen Urſprungs zu ſeyn. Es iſt mehr oder weniger gelblich- oder grünlich-grau, bisweilen ſtrohgelb, ſieht erdig aus, iſt faſt immer porös und voller Löcher oder vielmehr eckiger Höhlungen, die mit einer gelben Erde, mit Kalkſpath oder Braunſpath ausgefüllt ſind, ſo daß es eine Abart des Dolomites ausmacht. Bisweilen findet man darin auch Spuren von Talk. Die Felsart erſcheint nie regelmäßig geſchichtet, ſondern bildet meiſtens mächtige Lager im Kalkſtein. Sie findet ſich zumal in Sepey, am rechten Ufer der Grand-Eau, oberhalb Morcles und beim Pouſaz. (Lardy.)

Anm. d. Bearb.

keiten verbunden und deſſen unterer Theil im höchſten Grade verändert iſt, ſo ſehen wir eines der in den Alpen ſo häufigen Beiſpiele vor uns, wo einer genaueren Beſtimmung der Formationen von der Natur ein Ziel geſetzt wird.

Nummulitiſche und Flyſch-Geſteine um Einſiedeln.

Mächtige Flyſch-Maſſen liegen zwiſchen dem Mythen und dem Thal von Einſiedeln,*) während weſtlich und ſüdlich von dieſer Stadt ſich Terraſſen von nummulitiſchem Kalkſtein aus dem Flyſch erheben, mit dem

*) Ich will hier keine petrographiſche Schilderung des Flyſch geben, ausgenommen wo neue Charaktere ſich bieten. Unter der allgemeinen Benennung Flyſch†) verſteht man eine Gruppe, die mit und über den nummulitiſchen Gebilden auftritt, und hauptſächlich aus dünngeſchichtetem Kalkſtein von dunkelgrauer Farbe mit weißen Adern, aus thonigen und kalkigen Schiefern, aus Mergeln, aus glimmerigen Sandſteinen beſteht; in den tieferen Schichten findet man Fucoiden, wenige Petrefacten und Fiſchzähne.

†) Wir erachten es für nothwendig, Studer's Bemerkungen „über die Bedeutung des Ausdruckes Flyſch“ aus jüngſter Zeit (Bibl. universelle de Genève, 1849, XI, pag. 58 etc.) hier beizufügen. Wenige Namen dürften — ſagt Studer — ſo viele Verwirrungen im Bereiche der Geologie geſtiftet haben, als der Ausdruck Flyſch; zuerſt von mir gebraucht im Jahrbuch für Min. in zwei Abhandlungen über das Simmenthal und in den Ann. des Sciences naturelles. Es war eine örtliche Benennung, welche ich vorſchlug zur Bezeichnung einer ziemlich verwickelten, kalkig-thonigen Gruppe, wovon der Portlander Kalk im Simmenthal bedeckt iſt. Alex. Brongniart, dem ich die Petrefacten aus letzterem Kalk mittheilte, ließ ſich den Mißgriff zu Schulden kommen, ſolche auf's Flyſch-Gebiet zu beziehen und ſomit wurde dieſem ſeine Stelle in den oberſten Jura-Lagen angewieſen. Etwas ſpäter wählte Keferſtein (Geognoſtiſches Deutſchl., B. V, S. 559) den Namen, wovon die Rede, als Geſammt-Ausdruck, um beinahe ſämmtliche kalkige, ſandige und ſchieferige Alpen-Gebilde zu bezeichnen; er betrachtete dieſelben als ein einziges Gebiet ausmachend, entſprechend der unteren Kreide-Formation im nördlichen Europa, ein Gebiet, welches die ganze Folge foſſiler Reſte vom Kohlen-ſtehenden Kalk bis zu den Tertiär-Ablagerungen umſchließt (Naturgeſchichte des Erdkörpers, I. 276.) In meinem Werke über die Schweizer Alpen (1834) — ſo fährt Studer fort — wies ich zwiſchen dem Thuner und Genfer See drei mergelige, ſchieferige Zonen nach, beſtehend aus faſt identiſchen Geſteinen die nämlichen Fucoiden enthaltend; indeſſen erachtete ich den Parallelismus nicht für augenfällig. Um jedes voreilige Urtheil zu vermeiden, belegte ich jene drei Zonen mit beſonderen Namen. Für das Gebiet, welches die befragte Kette zuſammenſetzt und die Portlander Kette der Spielgärten zu unterteufen ſcheint, wurde der Ausdruck Schiefer und Sandſtein des Rieſen gewählt, die Benennung Flyſch für das oberhalb jener Kette auftretende Gebiet des Simmenthales beibehalten, der Name Gurnigel-Sandſtein aber dem über dem Kalk von Châtel ſeinen Sitz habenden Gebilde beigelegt. Im Herbſt 1833 unternahm ich, in Gemeinſchaft mit Eſcher, eine Wanderung in die Berge von Entlibuch (der darüber erſtattete Bericht findet ſich im Jahrb. f. Min. 1834). Dort zeigt ſich ein mächtiges Gebiet von mergeligen Schiefern und von Fucoiden-Sandſteinen, in nichts verſchieden von dem Flyſch-Gebilde des Simmenthales, die Nummuliten-Formation der Kreide-Kette des Niederhornes, des Schratten und Pilatus bedeckend. Von dieſem Zeitpunkte an begann die Verwirrung, welche bis dahin der alpiniſchen Schweizer-Geologie fremd geblieben war, auch in den Mittheilungen dortländiſcher Forſcher einzureißen. Eſcher beſchränkte in geologiſch beſtimmtem Sinne die Anwendung des Wortes Flyſch, indem er nur das ſchieferige, ſandige, Fucoiden-führende Gebiet damit belegte, welches in den Alpen und Apenninen die Nummuliten-Formation überlagert. Ich fühlte die Nothwendigkeit, einen petrographiſchen Namen zu wählen, um die Geſammtheit ſchieferiger und ſandiger Geſteine zu bezeichnen, welche in den Alpen zwiſchen den verſchiedenen Kalk-Ketten und den Gneiß- und Protogyn-Maſſen ſich ausdehnen, und deren geologiſche Stellung ungewiß bleibt, weil die darin vorhandenen Petrefacten nicht zureichen, um deren Alter zu beſtimmen. Da ich das Gebilde über den Nummuliten fand, von Pareto und anderen italieniſchen Geologen unter der Benennung Macigno und Albereſe beſchrieben, ſo ſchlug ich den Ausdruck:

ſie jedoch in engſter Verbindung ſtehen. Es wurde bereits bemerkt, wie in Savoyen der einzige Uebergang der Kreide nach oben auf einem allmähligen Wechſel in der Farbe und Structur der Geſteine, vom weißen Kalkſtein mit Inoceramen in die braunen, ſandigen, nummulitiſchen Gebilde beruht, und nur ein einziger, Nummuliten-führender Streifen erſcheint; bei Seewen läßt ſich ein deutlicher Uebergang von den oberſten Schichten des Inoceramen-Kalkſteines in die nummulitiſchen Gebilde beobachten. Bei Einſiedeln hingegen nimmt die Mächtigkeit der unteren Abtheilung der nummulitiſchen Gruppe bedeutend zu, und wir werden ſpäter ſehen, wie dieß im Kanton Appenzell und in den bayeriſchen Alpen noch mehr der Fall iſt.

Der Schwendberg weſtlich von Einſiedeln beſteht aus mächtigen Pfeilern ſüdlich einfallenden harten, braunen nummulitiſchen Kalkſteines. Den tiefſten Theil bildet grünlicher Kalkſtein, nur Nummuliten finden ſich, zumal N. millecaput (*Boubée*), dann folgen graulichblaue Schichten mit anderen Nummuliten, ferner beträchtliche Bänke von Mergel und Sand (Flyſch), endlich rothe und graue Nummuliten-Kalkſteine. Von der Sohle bis zu dem Gipfel der nummulitiſchen Gruppe der Reihe zeigen ſich Zwiſchen-Schichten mit Charakteren des Flyſch. Die ganze, darüber befindliche Maſſe wurde allein ſo von den Schweizer-Geologen benannt.

Steigt man das kleine Sihl-Thal von Einſiedeln hinan, ſo bemerkt man noch beſſer die nämlichen Verhältniſſe; öſtlich vom Dorfe Groß ſind die nummulitiſchen Kalkſteine und die Flyſchmaſſen deutlich aufgeſchloſſen, gegen Süd-Süd-Oſt einfallend. Am Sattelberg öſtlich von dieſem Thal, treten am Gehänge drei oder vier Streifen nummulitiſcher Gebilde auf, gegen Süd-Süd-Oſt einfallend, getrennt und bedeckt von ſehr mächtigen Flyſch-Bänken, d. h. von Sandſtein, Kalkſtein und Schiefer. Die unterſten ſichtbaren nummulitiſchen Kalkſteine ſind dunkelgrau, röthlich und grünlich; es kommen in ihnen die großen Echiniden von Kreßenberg, nebſt Oſtreen, kleinen Nummuliten und großen Orbitoliten vor. Hierauf folgt eine große Maſſe von Schiefer und Sandſtein, dann eine zweite Lage nummulitiſchen Kalkſteines und eine andere Flyſch-Bank, und endlich ein dritter Kalkſteinſtreifen. Derſelbe erinnerte mich unwillkührlich an die grobkörnigen nummu-

---

alpiniſcher Macigno für die Gebilde vor, die Escher Flyſch nannte, während der letztere Namen von ihm aufbewahrt wurde, um in petrographiſcher Rückſicht Felsarten-Syſteme zu bezeichnen, dem wahren Macigno ſehr ähnlich, deren Alter und geologiſche Stellung ſehr unentſchieden blieb. Die letztere Nomenclatur behielt ich in allen Mittheilungen ſeit dem Jahre 1840 bei, während ich in der Abhandlung über die Luzerner Alpen (Mémoires de la soc. géol. 1838) die Escher'ſche Benennungs-Weiſe befolgt hatte. Es kann Flyſche jeden Alters geben, aber möge man den Ausdruck vermeiden für alle Gruppen, deren geologiſche Stellung, nach foſſilen Reſten und nach Lagerungs-Verhältniſſen, eine entſchiedene iſt, und wenn es gelingt, für ſämmtliche alpiniſche Gruppen dieſes Ziel zu erreichen, ſo muß endlich der Name Flyſch aus der geologiſchen Nomenclatur verſchwinden.
Anm. des Bearb.

litiſchen Kalkſteine und an die ſogenannten „Flyſch-Kalkſteine“ in anderen Theilen der Alpen. Waren es doch ganz die nämlichen dünngeſchichteten, dunkelgrauen, ſandigen Kalkſteine, hie und da Grünerde-Körner enthaltend; der einzige Unterſchied iſt, daß der Flyſch keine Nummuliten und ſolche foſſile Reſte führte, welche den andern bezeichnen. Dieſe Schichten, von mächtigen Lagen grauen Kalkſteins bedeckt, gehen nach oben durch Schiefer in glimmerige, graue Sandſteine und dann in eine ganze Ablagerung des ſogenannten Flyſch über. Eine ähnliche, nicht minder lehrreiche Reihenfolge kann man unmittelbar oberhalb des Dorfes Groß, auf der Weſtſeite des Thales ſehen.

Die charakteriſtiſchen Petrefacten der nummulitiſchen Schichten in dieſer Gegend ſind: Nummulites planospira (*Boub.*) oder assilinoides (*Rutt.*); N. millecaput oder polygyrata (*Desh.*); N. Biaritzana (*Arch.*) oder regularis (*Rutt.*); Operculina (wohl eine neue Art); Orbitolites discus und O. parmula; Pecten, Ostrea, einige wenige Univalven, hie und da der große Conoclypus conoideus und andere Echinodermen, welche die Ablagerungen von Kreßenberg, Sonthofen und an anderen Orten in Bayern charakteriſiren. Sämmtliche Felsmaſſen dieſer Gegend zeigen ein umgekehrtes Fallen, denn die Molaſſe und Nagelflue von Einſiedeln, die öſtliche Verlängerung des Rigi und Roßberg, fallen nach Süd-Süd-Oſt ein und ſcheinen gänzlich bedeckt von ihren älteren Nachbarn, dem nummulitiſchen Kalkſtein und dem Flyſch; letztere Formation hat ſolche Umſtürzungen erfahren, daß deren jüngere Glieder unter den ſecundären Geſteinen einfallen. Auf ſolche Weiſe tritt der älteſte Theil der nummulitiſchen Gruppe mit tertiären Conglomeraten in Berührung, welche — wie ſpäter dargethan werden ſoll — die oberſten Bänke einer bedeutenden Reihe ausmachen, in denen Meeres-Muſcheln, noch lebenden Arten angehörig, gefunden werden.

Nummulitiſche Geſteine und Fiſch-Schiefer von Glarus.

Nummulitiſche Gebilde erſcheinen an vielen Stellen in zertrümmerten Mulden im ganzen Kanton Schwyz; verfolgt man ſie aber in den Kanton Glarus, ſo zeigen die mit ihnen verbundenen oder vielmehr die ſie bedeckenden Schichten beſondere petrefactologiſche Merkmale. Allerdings enthalten die Flyſch-Gebilde oberhalb der Nummuliten-Bänke, namentlich gewiſſe dunkle Schiefer und Mergel in Savoyen und in andern Theilen der Schweiz, Zähne und Gräten von Fiſchen. In Glarus hingegen, und beſonders bei Engi in dem Sernf- oder Sernft-Thal, wo die ſchwarzen Schiefer eine weit größere Härte beſitzen, werden dieſelben in Menge durch Steinbruchbau gewonnen und ſind jedem Sammler wegen der zahlreichen Fiſch-Reſte, die ſie umſchließen, wohl bekannt. Bei näherer Unterſuchung bemerkte ich gar keinen

schieferigen Durchgang; die sogenannten Schiefer sind nichts anderes, als plattenförmige Kalksteine mit wenigen diagonalen Adern von weißem Kalkspath. Sie fallen unter einem Winkel von ungefähr 30° bis 40° nach Ost-Süd-Ost abwärts von dem Rücken, der aus dem ältesten Gestein in der Gegend besteht, welches gewöhnlich als Sernf-Conglomerat bezeichnet wird. An einem Orte auf der westlichen Seite des Thales, wo ein Steinbruch im Fisch-Schiefer angelegt ist, kann man auch nicht die geringsten Beziehungen zu den nummulitischen Gebilden wahrnehmen; die nämlichen Kalk-Platten mit weißen Adern, offenbar nur eine der vielen Abänderungen des Flysch, können das Sernft-Thal hinauf bis zu einer Höhe von 1000 Fuß und noch weiter verfolgt werden; östlich von Elm treten sie oberhalb mächtiger Bänke von Nummuliten-Kalkstein auf. Escher von der Linth und ich überzeugten uns beide von dieser Thatsache, als wir von Elm aus durch das in beträchtlicher Höhe gelegene Martins-Loch hinanstiegen. Wenn später von den ungeheueren Windungen und Umstürzungen der Gesteine in den Alpen die Rede ist, soll uns diese merkwürdige Gegend noch mehr beschäftigen; ob die Gebilde in Masse umgestürzt wurden, ob nicht, hat mit der gegenwärtigen Frage nichts zu thun: denn die plattenförmigen Kalksteine, identisch mit den Fisch-Schiefern von Glarus, von welchen sie nur eine Verlängerung sind, liegen deutlich zwischen zwei Schichten von Nummuliten-Kalkstein; in der unteren fand ich Nummulites milleeaput, in der andern einen kleinen Nummuliten mit anderen Petrefacten jener Gruppe, die gewöhnlich oberhalb der Kreide-Gebilde erscheint.

Den Schiefern von Glarus schrieb man früher, ihren petrographischen Charakteren gemäß, ein hohes Alter zu; die Ueberraschung der meisten Geologen war daher keine geringe, als in dem Werke von Agassiz die, in den Schiefern von Glarus vorkommenden, Fische als der Kreide angehörig betrachtet wurden. Ich gehe nun noch weiter und behaupte, daß sie ihrem geologischen Auftreten und ihrer Verbindung mit nummulitischen Gebilden zufolge, als eocen angesehen werden müssen, und wohl nicht älter sind, als die tiefste Abtheilung des London-Thones. Die Fisch-Reste von Glarus widersprechen, nach näherer Untersuchung, solchen Schlüssen keineswegs; sie unterstützen sie vielmehr. Allerdings sind Palaeorhynchum, Acanus, Podocys u. s. w. ausgestorbene Geschlechter, aber auch eigenthümlich und den Kreide-Ablagerungen gänzlich fremd, während Fistularia, Vomer, Osmerus und Clupaea*) bis jetzt noch in keiner sekundären Ablagerung gefunden wurden und nur lebenden Geschlechtern angehören. Selbst wenn die geolo-

*) Vergl. *Agassiz*, Poissons fossiles, tom. I, pag. XXXIII, wo zweiundvierzig Fische aufgezählt sind.

gischen Verhältnisse nicht dafür sprächen, sollte man die Gebilde von Glarus auf die Bestimmungen von Agassiz hin (er wies Fische aus den Familien der Stinten und Häringe nach) für tertiär halten, indem ihre Fauna so deutlich eine Annäherung zu der jetzigen Ordnung der Dinge zu erkennen gibt. Außerdem können noch als gewichtige Beweise für unsere Schlüsse die in den Schiefern oder Kalkplatten enthaltenen fossilen Reste von einem Vogel, Protornis Glariensis (*H. v. Meyer*) und von einer Schildkröte, Chelonia Knorrii (*H. v. Meyer*) gelten. Ich sehe demnach keinen Grund, weßhalb man die Fische-führenden Gebilde von Glarus nicht eben so gut für tertiär halten kann, wie die schwarzen, kohligen Kalksteine und Schiefer und Flysch der Diablerets.

Nummuliten und Flysch-Gebilde von Graubünten.

Studer hat schon gezeigt, daß beträchtliche Ablagerungen des Flysch in Graubünden in krystallinische, Gneiß-artige Gebilde verwandelt wurden. Indeß, welche Unregelmäßigkeiten auch in der Lagerung der Gesteine in dem Inneren des Kantons wahrnehmbar sind, in wie hohem Grad sie metamorphosirt wurden: sie entwickeln sich in aller Regelmäßigkeit zwischen dem Rhein-Thal und den Bädern von Pfeffers. In der Tamina-Schlucht, südlich von den Bädern, kann man ein lehrreiches Profil sehen: Oxford-, Neocomien- und obere Kreide-Gebilde, letztere von nummulitischen Gesteinen bedeckt. Die Bäder liegen inmitten mächtiger Flysch-Massen, zwischen denen einzelne Nummuliten-Schichten auftreten, wie Escher und ich bemerkten. Auch erscheinen viele jener plattenförmigen Kalksteine, in ihren petrographischen Charakteren den sogenannten Schiefern von Glarus völlig identisch, und wenn man auch in ihnen noch keine vollständige Fisch-Reste aufgefunden hat, so kommen doch Zähne hie und da vor.

Ablagerungen von Kreide und nummulitischen Gebilden nördlich vom Wallenstadter See und am hohen Sentis in Appenzell.

In der Schlucht der Tamina und bei den Bädern von Pfeffers sind Profile von Kreide-Massen, von nummulitischen Kalksteinen und von Flysch wahrzunehmen. Noch weit deutlicher treten solche auf unsern der Plateau's am nördlichen Gestade des See's von Wallenstadt,*) in den Umgebungen des hohen Sentis und in den anderen erhabenen Regionen von Appenzell, welche neuerdings durch die trefflichen Schilderungen Escher's

*) L. v. Buch versicherte mir — als wir im verflossenen Herbst in Tyrol zusammentrafen, — daß nirgends die Verhältnisse der Flysch- und Nummuliten-Massen zu den Kreide-Ablagerungen so deutlich erkennbar seyen, wie hier.

von der Linth geologische Berühmtheit erlangt haben. Wir sehen hier nicht allein den Uebergang von den Jura-Kalksteinen durch den Neocomien zu den Kreide-Gebilden, den Inoceramen-Kalkstein inbegriffen, wir haben auch eine vollkommene Entwickelung der nummulitischen Gesteine und des Flysch vor uns. Nach allen den wichtigen Mittheilungen, die wir Escher, sowohl über die merkwürdigen Störungen, als über die regelmäßige Folge der Schichten am Plateau von Wildhaus und am hohen Sentis verdanken, sey es mir nur gestattet, einen Nachtrag zu liefern durch Erwähnung eines Streifens zwischen den Inoceramen- und nummulitischen Kalksteinen. Ich lege demselben keine geringe Bedeutung bei, indem ich in ihm den wahren lithologischen Uebergang aus dem Kreide-System zu der darüber befindlichen Gruppe erkenne. Ich redete ihm auch zu, mit mir die nummulitischen und Flysch-Gebilde als untere tertiäre zu betrachten, und solche nicht länger dem Kreide-System einzuverleiben.*)

Auf dem Wege von Mels bei Sargans nach Wallenstadt und Wesen ist, unfern Mels, ein belehrendes Profil von Sernf-Conglomerat an dem ältesten Gebilde in der Gegend zu sehen. Dieß Gebilde, welches zum Theil als ein rother, grüngefleckter Schiefer, zum Theil als ein Sandstein erscheint, geht in ein Conglomerat über, welches Quarz-Brocken in talkiger Grundmasse umschließt, nach Norden einfällt und von den Kalkstein-Bänken bedeckt wird, welche die „Kuhfirsten"- genannten Gipfel zusammensetzen. Dort werden der untere Jura und das Oxford-Gebilde von den drei oben genannten Gliedern der Kreide-Gruppe bedeckt, nämlich von Neocomien, von Gault oder oberem Grünsand und vom Inoceramen- oder Seewer-Kalkstein. Eine ähnliche Reihenfolge ist am nördlichen Ufer des Wallenstadter See's zu beobachten. Noch viel weiter nördlich in der Höhe befindet sich die Mulde von Wildhaus; hier bedeckt nummulitischer Kalkstein und Flysch den Inoceramen-Kalkstein. Die beiden erstgenanten Ablagerungen erheben sich muldenförmig nördlich von Wildhaus mit umgekehrtem oder südlichem Fallen, und ruhen alsdann gleichförmig auf Inoceramen-Kalkstein, auf welchen Gault und Neocomien-Kalkstein folgen; letzterer bildet die Gipfel des Sentis. Es verdient diese Berg-Gruppe, deren höchste Punkte wohl 8000 engl. Fuß über das Meer emporsteigen, welche gleichsam ein Vorgebirge der Alpen

*) In der tabellarischen Uebersicht, welche die „Gebirgskunde" von Heer begleitet, gibt Escher den verschiedenen Gliedern der Kreide-Gruppe (in ansteigender Ordnung) folgende Benennungen: 1. Spatangus-Kalk (Studer) oder oberer Neocomien. 2. Schrattenkalk oder oberer Neocomien. 3. Turrilliten-Etage oder Gault. 4. Seewerkalk oder Kreide. 5. Nummuliten-Etage. 6. Flysch und Dachschiefer von Plattenberg.

bilden, in geologiſcher Beziehung beſondere Beachtung, da man ſelten ſämmtliche Kreide-Maſſen vom unteren Neocomien an bis zum Inoceramen-Kalkſtein entwickelt ſehen kann, wie dieß zumal an dem „alter Mann“ genannten Gipfel der Fall iſt.

Ich werde ſpäter auf dieſen Gegenſtand zurückkommen, wenn von den mächtigen Biegungen und Windungen des Gebirges die Rede, wobei die tertiäre Nagelflue unter die Maſſen ſecundärer Kalkſteine geſtürzt wurde. Hier nur die Bemerkung, daß am nördlichen Gehänge des Kamor — einem nordöſtlichen Vorgebirge der Gruppe — ſowie am Fähnern-Gebirge, nördlich vom Kamor, ſich deutliche Profile bieten, welche die über der Kreide liegenden Geſteine zeigen. Die letzte Kuppe von Seewerkalkſtein des hohen Sentis, in einem niedrigen Rücken nach N.O. vom Weißbad verlängert, bildet eine das Dörfchen Eggerſtanden überhangende Felsmaſſe, von wo ſie, als dünngeſchichtete Scaglia, ſtark gegen S.O. einfällt und alsbald von glimmerigem Schiefer und unreinem blaulichem Kalkſtein bedeckt wird. Dies Geſtein, an eine ſchon beſchriebene Abänderung des Flyſch erinnernd, geht in ſandige, Grünerde-Körnchen enthaltende Mergel über, und in dunkelfarbige Schiefer, in welchen verſchiedene Arten von Gryphaea, zumal G. vesicularis, vorkommen. Die nächſte Schichte beſteht aus einem ſandigen Kalkſtein mit Nummuliten und Orbitoliten. So weit kann man das Profil in dem Hohlwege, der nach Eggerſtanden hinabführt, ſehen. Gegen das Fähnern-Gebirge hinauf, an deſſen weſtlicher Seite gegen den Gipfel hin, kommt man über beträchtliche Maſſen von Schiefer und Sandſtein (oder Flyſch) und dann zu einem Streifen von Nummuliten-Kalkſtein, der ſich bis nach Schwarzenegg hinzieht. Es iſt ein Grünerde-Körner-haltiger, ſandiger Kalkſtein, der unter den Hammerſchlägen eine grasgrüne Farbe erlangt. Es finden ſich in demſelben Nummulites globulus, N. globosa und N. millecaput (*Boubée*), nebſt Orbitoliten, einigen Arten von Pecten und den gewöhnlichen Petrefacten der Gruppe.

Mit der Entfernung von der Hebungs-Axe nimmt die Neigung der Schichten ab, und die Nummuliten-Bänke gehen allmählig in andere Flyſch-Gebilde über, in denen jedoch keine thieriſchen Reſte zu ſehen ſind, und endigen am Gipfel mit hellfarbigem, plattenförmigem Kalkſtein, auf deſſen Schichtungs-Klüften man zahlreiche Abdrücke von Fucoiden bemerkt, worunter mindeſtens drei Arten, F. Targioni, F. intricatus, und eine neue Art, von Brunner F. Helveticus benannt. *)

Hinſichtlich der Fucoiden bemerke ich hier ausdrücklich, daß ſie allenthalben in den Savoyer und Schweizer Alpen, und wohl längs des ganzen nördlichen

*) Brunner hat gezeigt, daß Fucus Brianteus von Briancon am Gehänge der Mailänder Alpen identiſch iſt mit einer Art, die im Gurnigel-Sandſtein oder Flyſch bei Bern vorkommt.

Gehänges in einer Zone oberhalb der Hauptmaſſen des Nummuliten-Kalkſteins ſich finden. Indeß ſind die Schichten, welche ſie enthalten, ſo innig mit den unteren Gliedern der Gruppe verbunden (Störungen ſind mir hier, einige Sprünge ausgenommen, keine bekannt), daß ich glauben muß, ſie bilden eine Formation mit den Nummuliten-Geſteinen, auf denen ſie ruhen.

Nummuliten-Geſteine und Flyſch von Vorarlberg und vom Allgau.

Nach meinen Unterſuchuugen am nordöſtlichen Ende der Schweiz ſchien mir eine Wanderung durch das Rheinthal unſern Bregenz geeignet; ich wollte die Ablagerungen in jenen Gegenden noch einmal ſehen, die Sedgwick und ich vor einigen Jahren geſchildert hatten. Nachdem ich die geologiſchen Verhältniſſe in der Schweiz und in Savoyen kennen gelernt, wurde es mir klar, daß unſere frühere Claſſification der nummulitiſchen Gebilde und des Flyſch bei Dornbirn (Dornbühren, Dombirn) in Tyrol, von Sonthofen in Baiern und an vielen Orten in Oeſterreich in ihren Beziehungen zum Kreide-Syſtem und zum Grünſand bedeutende Aenderungen bedurfte.

Wir bemerkten damals ganz richtig, daß die Nummuliten-Schichten unſern Dornbirn auf dem rechten Rheinufer ſüdwärts unter den großen Kalkmaſſen von Staufen einfallen. Bei meinem Beſuche, begleitet von Brunner, beobachtete ich dunkelgraue, weißgeaderte Kalkſteine und Schiefer (Flyſch), bedeckt von anderm Schiefer und ſandigem Kalkſtein, der in ein graues Geſtein übergeht; dann folgen nochmals Schiefer-Schichten mit dünnen Flyſch-Streifen. In dem unteren Kalkſtein finden ſich kleine Pecten-Arten, große Oſtreen, Terebrateln, Echiniten und viele Nummuliten. Die höhere Abtheilung wird durch Orbitolites discus und Nummulites globosa charakteriſirt. In der unteren Maſſe iſt das eiſenreiche Lager, das man früher abbaute, ungemein reich an Nummulina planospira oder assilinoides und N. placentula (*Desh.*). Es ſind dies genau die nämlichen Petrefacten, wie ſie am Fähnern-Berge vorkommen; das Verbundenſeyn des Eiſens mit den Nummuliten macht es klar, daß daſſelbe nur eine weſtliche Verlängerung der bedeutenden Eiſenerz-Lagerſtätte von Sonthofen in Baiern iſt. Die nummulitiſchen und Flyſch-Gebilde ſcheinen unter ſecundärem Kalkſtein einzufallen. Der Mauer-artige Abhang des Breitenberg beſteht faſt gänzlich aus Neocomien-Kalkſtein; auf dem Wege, den wir nicht ohne Schwierigkeiten durch die dichten Waldungen hinanſtiegen, fanden wir Spatangus retusus aus dem unteren Gliede der Formation.

Gruben von Sonthofen und der Grünten in Baiern.

Die deutliche und ſymmetriſche Reihenfolge, welche am Gehänge des Fähnern und in den Umgebungen des Sentis zu ſehen iſt, und längs der großen Verwerfungs-Linie bei Dornbirn unſern Bregenz verſchwindet, erſcheint aufs

neue sehr lehrreich an dem zwischen Immenstadt und Sonthofen im Baiern gelegenen Berge Grünten. In unserer schon mehrerwähnten Abhandlung *) hatten Sedgwick und ich bereits diesen Berg betreffende Profile mitgetheilt; allein sie waren mangelhaft, da es an einem scharfen Horizont in den oberen und unteren Schichten fehlte. Allerdings entdeckten wir damals auch Grünsand- und unzweifelhafte, englische Kreide-Petrefacten, und erklärten demnach den höheren Theil der Ablagerung für Scaglia oder ein Aequivalent der Kreide. Aber der Uebergang aufwärts von den Repräsentanten des Gault und oberen Grünsands in die Versteinerungen-führenden Kalksteine — die wir jetzt als Neocomien oder unteren Grünsand kennen, wurde damals gänzlich außer Acht gelassen, denn — wie schon bemerkt — Neocomien-Petrefacten kannte man damals noch nicht, und hielt die Gesteine für jurassisch. Ebenso war der Uebergang aus dem Aequivalent der Kreide in den Nummuliten-Sandstein und dann in den Flysch nur unvollkommen beschrieben. Mit kurzen Worten, als ich nach einem Zwischenraum von achtzehn Jahren nach Sonthofen und an den Grünten zurückkehrte, und zwar unmittelbar aus den Schweizer und Savoyer Alpen, sah ich die dortigen Gesteine mit ganz andern Augen an wie damals, wo mir als das einzige alpinische Gebilde die oft umgestürzten Gesteine am nördlichen Gehänge der österreichischen Alpen galten. Uebrigens erklärten Sedgwick und ich, als vom Flysch mit Fucoiden im Thal von Sonthofen die Rede war, unsere Classification nur für einen Vorschlag, überzeugt, daß dereinst eine genauere Bekanntschaft mit der fossilen Fauna der Alpen dem Geologen auch eine bessere Eintheilung gestatten werde. Das rasche Fortschreiten der Wissenschaft, das Studium der „Leitmuscheln" in den verschiedensten Regionen des Gebirges, setzen mich jetzt in den Stand, einen ausführlicheren und genaueren Bericht zu erstatten und — wie ich hoffe — den Uebergang aus der Kreide in die nummulitischen Gebilde aufs Deutlichste zu beweisen.

Der merkwürdige, Grünten genannte Kalkberg (5923 franz. F. hoch), der kühn zwischen Immenstadt und Sonthofen emporsteigt und daselbst die östliche Seite des Iller-Thales bildet, erstreckt sich von N.O. nach S.W. Diese Richtung, quer zu dem Hauptstreichen des Gebirges von W.N.W. nach O.N.O. ist mit mancherlei Störungen verbunden, welche die Gegend heimsuchten. Gegen Norden fällt der Berg unter einer Masse tertiärer Molasse ein, gegen S.O. wird er in verschiedene Grate getheilt, deren steile Wände einen seltsamen Parallelismus zu dem Hauptrücken zeigen, während nach S.W., oder gegen Sonthofen und das obere Iller-Thal zahlreiche Kuppen erscheinen, die eine Schichten-Folge erkennen lassen. Das vorwaltende Einfallen der Schichten ist südöstlich und südwestlich. Das beste und belehrendste Profil findet sich von der Höhe bei Rettenberg im N.O. an bis zu der Ebene von Sont-

*) Trans. of the Geol. Soc. vol. III, 2d ser. p. 325, pl. 36.

hofen unweit Burgberg im S.W. Bei näherer Untersuchung bemerkt man, wie die Schichten sich gegen S.W. rund um den Gebirgskern mantelförmig anlegen; es erhellt hieraus, daß nach S. oder W. der Profil-Linie gezogene Linien ähnliche Schichten-Folgen zeigen. So sind auch z. B. an der südöstlichen Seite des Grünten verticale Kalksteinwände entblößt, die abwärts nach dem Starzlach-Thal an Höhe abnehmen, und genau die nämliche Schichtenreihe erkennen lassen, wie jene Felsmassen, die sich unter niedrigeren Winkeln gegen Burgberg und Sonthofen biegen. Die tiefsten Gesteine, die an den Gehängen im N. und N.O. vom Grünten zu Tag treten, sind schieferige, dunkle, dünn-geschichtete Kalksteine, wenig Eisen und hie und da Feuersteine enthaltend, zu wiederholten Malen mit dunklem Schiefer abwechselnd. Manche der Schichten sind so reich an Chlorit, daß sie, gleich zwei andern Zonen höher in der Reihe, unter den Hammerschlägen sich grün färben, obschon sie in kurzer Entfernung als graue kalkige Sandsteine oder unreine, mit Schiefern wechsellagernde Kalksteine erscheinen. Einen Ammoniten ausgenommen, konnten Brunner und ich nichts von Versteinerungen auffinden. Indeß bleibt kein Zweifel, daß wir es hier mit dem unteren Neocomien der Schweizer Geologen zu thun haben, dem er auch in petrographischer Beziehung gleicht, und wie dieser nach oben in oberen, weißen Neocomien-Kalkstein übergeht. Letzteres Gestein, welches, wie schon bemerkt wurde, ein so scharf charakterisirtes Glied auf weite Strecken hin in den äußeren Kalk-Regionen der Alpen bildet, zeigt sich hier, wie allenthalben, als ein dick-geschichteter lichtgrauer Kalkstein, der gegen den Tag zu durch Verwitterung eine weiße Farbe erlangt; die Oberfläche ist mit unzähligen weißen Linien bedeckt, und hie und da erkennt man Durchschnitte oder Abdrücke von Petrefacten, zumal von Caprotina ammonia. Diese äußeren, Versteinerungen-führenden Parthieen der Felsart sind gewöhnlich die härtesten, oft zu Quarz-Masse umgewandelt. Kalkspath-Adern durchziehen nicht selten die Schichten. Der weiße oder obere Neocomien-Kalkstein setzt den höchsten Punkt des zweigipfeligen Grünten zusammen, einen engen, zertrümmerten Kalkstein-Wall, der von N.O. nach S.W. streicht, und dessen Schichten stark nach S.W. einfallen. Es ergibt sich hieraus, daß wenn man die Spitze des Kammes von diesen Kalkstein-Gipfeln verfolgt nach einem anderen Punkte, hohe Wand genannt, wo ein Kreuz errichtet ist und sich die am höchsten gelegene Wohnung befindet, die Gundalp-Hütte, man von den Neocomien zu den oben beschriebenen, darüber liegenden Formationen kommt. Das unmittelbar auf dem Neocomien-Kalkstein ruhende Gebilde ist ein bald lichtgrauer, bald brauner oder weißer quarziger Sandstein. Ich beobachtete diese Felsart noch an anderen Punkten, am Gehänge und auf dem Gipfel des Berges, und zwar stets an der nämlichen Stelle, d. h. den oberen sg. Neocomien-Kalkstein der Alpen bedeckend. Auf ihm lagert allenthalben von einem dunkelgrünen, schieferigen Sandstein, der Petre-

facten des oberen Grünsand oder Gault enthält, und dürfte wohl als Repräsentant der oberen Abtheilung unseres unteren englischen Grünsand anzusehen seyn, an den er sehr erinnert. Auch könnte man ihn mit dem sächsischen Quadersandstein vergleichen, nur daß er viel quarziger ist. Welches aber auch das Gestein sein mag — denn Petrefacten konnten wir keine auffinden — über die darüber liegenden Schichten dunkeln Schiefers und grünen Sandsteines kann kein Zweifel herrschen, daß sie — obwohl von geringer, selten über 50 Fuß Mächtigkeit — der nämliche, bezeichnende Horizont sind, wie in der Schweiz und in Savoyen — der so oft erwähnte Streifen, welcher den Gault und oberen Grünsand vertritt. Wir fanden Ammoniten, darunter A. Mantelli (*Sow.*), Turrilites und den kleinen Inoceramus concentricus (*Sow.*).

Auch seitlich vom Grünten, gegen das Dorf Wangeritz, kommen Petrefacten vor, noch andere an der Außenseite der großen, domartig gestalteten Masse, wo in den Hohlwegen östlich von Burgberg dunkelgrüne Sandstein-Bänke in dünne Streifen eines harten, mit Chlorit imprägnirten Kalksteins übergehen, einer „craie chloritée.“ Am Grünten wird ein beträchtlicher Steinbruchbau im Grünsandstein betrieben, der sich für solche Zwecke sehr eignet. Der Inoceramen-Kalkstein mit seiner chloritischen Basis bildet eine mächtige Ablagerung über dem Grünsandstein oder Gault und setzt hier gegen W. und S.W. die äußere Zone des Berges zusammen. Er ist schön aufgeschlossen unter der Schlucht Wust (?) genannt, oberhalb der Gundalp-Hütte, von wo er bis zu dem Gipfel, der hohen Wand, emporsteigt, wo das Kreuz auf ihm steht und in geringer Entfernung seine Verbindung mit der unteren Zone grünen Sandsteins wahrzunehmen ist. Er besitzt zum Theil die Farbe des Seewer-Kalkes, d. h. eine lichtgraue oder grüne; aber zwischen der Gundalp-Hütte und der hohen Wand geht er allmählig in Kalkstein über, so roth wie die Scaglia in Italien oder am Mythen unsern Schwyz. In ihm kommen zahlreiche, oft noch wohl erhaltene, große Muscheln, namentlich Inoceramen vor. Das Gebilde vom Grünten, welches so deutlich die Stelle der Kreide im nördlichen Europa, und der Scaglia im nördlichen Italien einnimmt, erlangt eine beträchtliche Mächtigkeit, oft mehrere hundert Fuß. *)

*) Viele der sogenannten „Southofer Petrefacten“ werden durch den Bergmeister und Andere in dem Bette eines breiten Baches gesammelt. Weil die, diesem zufließenden Wasser die verschiedensten Kreide- und Nummuliten-Schichten durchschneiden, so wurden Sedgwick und ich früher bei Besichtigung solcher Sammlungen auf den Glauben geleitet, daß Nummuliten in den nämlichen Schichten zugleich mit Ammoniten, Belemniten und kleinen Inoceramen vorkämen, indem die grünen Sandsteine ober- und unterhalb des Aequivalents der Kreide einander sehr gleichen. Meine letzte Anwesenheit, sowie Untersuchungen in den Alpen haben mich überzeugt, daß keine Nummuliten unterhalb der Oberfläche des Inoceramen-Kalksteins vorkommen.

Der Inoceramen-Kalkſtein iſt am meiſten um jene domartig geſtalteten Maſſen entblößt, deren Außenſeite ſtark in die tiefen Schluchten n.ö. und ö. vom Burgberg einfällt. Dort entdeckten wir auch einen dünnen Streifen dunkelgrauen, fettigen Mergels, und in demſelben einen Inoceramus. Der Streifen wird unmittelbar von mergeligem und glimmerigem, ſehr loſem Sandſtein bedeckt, der hier ſtark entblößt iſt, namentlich bei Burgberg in einer Boden-Vertiefung zwiſchen dem Grünten einerſeits und den unteren nummulitiſchen Maſſen andererſeits. Den Wuſt genannten hohlen Raum zwiſchen der äußeren Seite jeder Schichte, auf die der Ausdruck Kreide mit Recht angewendet werden kann, und der unterſten Schichte nummulitiſchen Kalkſteins, nimmt, als Tiefſtes, ein Streifen glimmerigen ſandigen Schiefers ein, auf welchen grünlicher Sandſtein, unreiner grauer Kalkſtein und dunkelgrauer Schiefer folgen. Dieſe Schichten, zumal der ſandige unreine Kalkſtein, enthalten die nämliche Gryphaea vesicularis, die auch zwiſchen dem Inoceramen-Kalkſtein und den nummulitiſchen Geſteinen am Fähnern in Appenzell erſcheinen. Hier beſitzt jedoch die Mittelſchichte (aus grünem Sandſtein, Schiefer und Kalkſtein beſtehend) eine größere Ausdehnung. Verfolgt man das Profil, in regelmäßiger, anſteigender Reihe von der Hauptmaſſe über die Gipfel der Gundalpe, durch den Wuſt zu den nummulitiſchen Rücken von Burgberg, ſo erſcheint die Zwiſchenbildung vollkommen gleichförmig mit dem unter ihr befindlichen Inoceramen-Kalkſtein und den unterſten, auf ihr ruhenden nummulitiſchen Geſteinen. Eben ſo gleichförmig erſcheint ſie, zieht man ein anderes Profil unter rechtem Winkel zu dem eben erwähnten vom Grünten zu dem Starzlach-Thal, etwas ſüdlich von den Erzgruben, wo ein kleiner Bach vom Berg herabkommt. Hier ſtehen die Schichten faſt auf dem Kopf und nehmen deßhalb natürlich einen kleineren Raum ein. Die nämliche Reihe zeigt ſich vom Mittelpunkt zu der Seite, d. h. von dem Neocomien durch den Grünſand zu den Kreideſchichten; auch wird dem Beobachter eine Ablagerung blaulichgrauer, glimmeriger Sandſteine und Mergel, begleitet von Grünſand und Kalkſtein, nicht entgehen, in welcher wir die nämliche Gryphaea entdeckten, deren oben gedacht wurde.

Morris, Archiac und Andere, denen ich, nach England zurückgekehrt, dieſe Verſteinerung vorlegte, halten ſie für die Gryphaea vesicularis, ein Petrefact der oberen Kreide Englands, das im ſüdlichen Frankreich ſehr häufig in der weißen Kreide und in den tiefſten nummulitiſchen Schichten gefunden wird. Wahrſcheinlich war es die nämliche Art, welche Sedgwick und ich bei Mattſee unſern Salzburg ſammelten, wo ſie in ähnlichen Gebilden, wie am Grünten und am Fähnern getroffen wird, welche Gebilde gleichfalls unterhalb nummulitiſcher Kalkſteine mit Echiniten und Pecten liegen. *) Hätten

*) Siehe Transact. of the Geol. Soc. of Lond., new Ser. III., pag. 349. Die Gryphaea von Mattſee wurde von J. Sowerby G. expansa genannt. Unglück-

wir damals den fossilen Resten nach geurtheilt, so würden wir diese Zwischen-Bildung mit der Kreide-Gruppe vereint haben, obschon ihre petrographische Beschaffenheit sich mehr dem nummulitischen Grünsand und Flysch nähert, in welche sie auch unmerklich übergeht. Am Fähnern reicht die nämliche Gryphaea durch alle Schichten, bis sie sich mit den Nummuliten vereint, während im Vicentinischen eine andere Art, vielleicht Gryphaea columba, nicht allein in Gesteinen auftritt, in denen Nummuliten, sondern eocene Petrefacten gefunden werden. Es charakterisiren diese Gryphiten demnach (zwei oder mehrere Arten) die Uebergangs- und Zwischen-Bildung zwischen den secundären und tertiären Felsmassen in den nördlichen Alpen.

Nummuliten-Gesteine und Flysch.

In den obengenannten Schluchten treten also die erwähnten Schichten mit Gryphaea auf, und einige derselben gleichen in hohem Grad dem Flysch. Die Schichten fallen unter 60° bis 70° nach S.O. ein, und gehen allmälig in Bänke eines sehr eisenreichen Kalksteins über, in dem sich Körnchen von Chlorit reichlich vertheilt finden, sowie Myriaden von Nummuliten. Es ist dieß das unterste Glied der wohlbekannten Zonen nummulitischer Eisenerze von Sonthofen; es kommen unter andern vor die große Nummulina millecaput und N. planospira, die kleinere N. globosa, große Echiniten und Krustenthiere (Cancer Sonthofiensis), Pecten, Terebratula, Trochus giganteus u. s. w. In unserem früheren Aufsatze *) hatten wir bemerkt, daß die Streifen nummulitischer Kalksteine aufeinander unfern Starzlach folgen, und ich füge hier nur noch bei, daß die darüber liegenden Schiefer, Sandsteine und unreinen Kalksteine zum Flysch gerechnet werden müssen, also ganz einfach eine Fortsetzung einer und derselben Schichtenreihe sind, jedoch sich in der oberen Abtheilung reicher an Petrefacten zeigen.

Besondere Aufmerksamkeit verdient noch das Profil südöstlich von Burgberg, oberhalb der Zwischen-Bildung (oder Gryphiten-Zone). Wie auf der Ostseite des Grünten, sehen wir hier Schiefer und dünne Lagen dunkelfarbigen, weißgeaderten Flysches zwischen dem Grünsand und unreinen Kalkstein mit

---

licher Weise sind bei Mattsee die wahren Aequivalente der Kreide oder des Inoceramen-Kalksteins nicht zu sehen. Ich bin jetzt fest überzeugt (obwohl ich neuerdings nicht in jener Gegend war), daß die so weit verbreiteten Ablagerungen von Flysch oder Wiener-Sandstein zwischen Mattsee, Mondsee und den Wällen secundärer Kalksteine im Süden der unteren Tertiär-Epoche angehören.

*) A. a. O. S. 332. Die Geschlechter Pecten, Terebratula, Spondylus, Plicatula, Astarte, Anomia, Isocardia, Serpula, Cancer Sonthofiensis, die großen Echiniten finden sich vorzugsweise — die nämliche Gruppe, die in den Schweizer Alpen häufig ist.

Gryphaea einerseits, und der unteren Nummuliten-Zone andererseits. Der Gesteins-Uebergang ist hier ein vollkommener, Nummuliten finden sich in Menge, nebst Pecten, Spondylus und anderen Leitmuscheln der Zone, die Schichten zeigen sich gleichfalls eisenreich, bieten aber einige örtliche Eigenthümlichkeiten, nämlich kleine hohle Räume in den grünen, sandigen Kalksteinen. Dann folgen lichtgraue dunkle Schiefer, und eine zweite nummulitische Ablagerung. Sie besteht aus grünem, gelblichem Sandstein, aus sandigem Kalkstein, der allmählig in einen harten, quarzigen Sandstein übergeht, der große Echiniten, Pecten, Terebratula, Nummulites enthält, und ein eigenthümliches Ansehen erlangt durch kleine Chlorit-Blättchen, welche gleichsam den innern Theil mancher Foraminiferen auskleiden. In einer anderen Schlucht treten wieder Schiefer-Lagen auf, über diesen abermals Nummuliten-Kalkstein, reich an Eisenerz, dann folgen nochmals Schiefer und endlich Nummuliten-Kalkstein, gegen 150 Fuß mächtig, dünn geschichtet und sandig, er geht nach oben in quarzigen Kalkstein mit Nummulina millecaput, Orbitolites u. s. w. über. Es wird dieser Kalkstein von anderen Lagen von Schiefer dem Auge entzogen, welche den Ablagerungen angehören, die zu beiden Ufern der Iller erscheinen. Noch ist zu bemerken, daß obschon eine ähnliche ansteigende Schichten-Reihe an den östlichen Hügeln wahrgenommen werden kann, dieselbe auf der Westseite wegen der Zertrümmerungen, Windungen und Umstürzungen nicht ermittelbar ist. Uebrigens bilden alle die Sandsteine, Schiefer und unächten (Bastard-) Kalksteine, welche den Flysch zu beiden Seiten des Thales zwischen Sonthofen und Schwarzenberg zusammensetzen, Theile der großen Gruppe, deren untere Glieder mit dem nummulitischen Kalkstein in Berührung treten. Die obere und mächtigere Abtheilung der oberhalb der Kreide befindlichen Formation, die nur wenige Petrefacten aufzuweisen hat, wird hauptsächlich durch ihre Fucoiden charakterisirt, nämlich durch Fucoides Targioni und F. intricatus. Nördlich von der Brücke über die Iller, westlich von Sonthofen, erscheint der Flysch als ein hellfarbiger, grünlich-grauer, glimmeriger Sandstein, mit schwarzen Körnern, in zwei bis vier Fuß mächtigen Schichten, nicht unterscheidbar von den Gebilden, deren später als „Macigno" der Italiener gedacht werden soll. Eine Bank, gegen zwölf Fuß mächtig, ist ein trefflicher Baustein, und erinnert in hohem Grad an den „Pietra forte" der Florentiner. Zwischen diesem alpinischen Macigno entdeckte ich einen dünnen Streifen nummulitischen Kalksteines, die oberste Grenze der Nummuliten-Gebilde in jener Gegend, denn in den höheren Flysch-Massen, die sich vom Bolgen gegen Schwarzenberg hin ausdehnen, wurden noch keine fossilen Reste, mit Ausnahme von Fucoiden, gefunden.

Es wird wohl kaum nöthig sein, noch mehr über die Mineral-Charaktere der Gruppe von Sandsteinen, kalkiger Sandsteine, thoniger Schiefer, kal-

kiger Schiefer und plattenförmiger Kalkſteine zu ſagen, welche den Flyſch zuſammenſetzen; nur noch die Bemerkung, daß allenthalben in den Schweizer und bayriſchen Alpen, wo die Ordnung erhalten wurde, keine Störungen ſtattfanden, die Gruppe allmählig und unmerklich in nummulitiſchen Kalkſtein oberhalb des Inoceramen-Kalkſteins (Kreide) übergeht. Verbunden mit den nummulitiſchen Geſteinen (von denen übrigens eine Trennung unpaſſend) ſetzen ſie eine der bedeutendſten Formationen in den Alpen zuſammen, die an Mächtigkeit mit ſämmtlichen Jurakalkſteinen wetteifern kann und in dieſer Beziehung den Kreide-Gebilden, auf welchen ſie ruht, gleichkommt.

Veränderte Geſteine am Bolgen.

Bevor ich das Thal von Sonthofen verlaſſe, ſeyen mir noch einige Worte über die Phänomene an dem, Bolgen genannten Berg erlaubt. Wir bemerkten in unſerem mehrerwähnten Aufſatze, daß beträchtliche kryſtalliniſche Felsmaſſen (die dem Gneiß oder Glimmerſchiefer gleichen) im Gebiete der grünen Sandſteine und Fucoiden-Schiefer gangförmig auftreten. Nach den Analogieen, welche ich in Schottland beobachtete, zu urtheilen, glaubte ich damals, daß die kryſtalliniſchen Geſteine, die ich für primitive hielt, in koniſchen Maſſen durch die darüber liegenden Sandſteine und Schiefer getrieben worden ſeien; dieſe Anſicht ſchien mir um ſo richtiger, da auf beiden Seiten des Illerthales die Schichten nicht allein die heftigſten Störungen zeigen, ſondern auch zum Theil von eruptiven Gebilden durchdrungen ſind und auf der Oſtſeite des Thales viele Mineralien auf Gängen enthalten. Studer hat eine ſolche Meinung widerlegt, und behauptet, daß die Maſſen kryſtalliniſcher Geſteine am Bolgen fortgeführte Gerölle ſeien, die während der Periode der Flyſch-Ablagerung in demſelben eingeſchloſſen waren; er führt als Beweis dafür an, das Vorkommen gewiſſer granitiſcher Blöcke in dem Thal von Habkeren bei Interlaken, und da ein ſolches Auftreten von Blöcken oder Geröllen für einen engliſchen Geologen ſicherlich neu iſt, ſo ſey mir eine Abſchweifung von unſerem Hauptgegenſtand erlaubt, um über Erſcheinungen zu reden, die in ſo enger Verbindung mit der Struktur des Flyſch ſtehen.

In dem Thal von Habkeren am nördlichen Geſtade des Thuner Sees iſt (wie in manchen tief im Gebirge gelegenen Thälern der Schweizer Alpen) der Flyſch in eine enge Mulde gepreßt mit zertrümmerten und hochgeneigten Schichten; einzelne Theile derſelben gehen zu Tage auf der rechten Seite der hügeligen Straße, die von Habkeren nach Interlaken führt. Daß dieſe Schichten wirklich dem Flyſch angehören, iſt nicht zu bezweifeln, weil ſie am Anfang des Thales den Nummuliten-Kalkſtein bedecken, welches Gebilde wieder auf dem Neocomien-Kalkſtein der angrenzenden Gebirge ruht. Die Flyſch-Geſteine, zum Theil Sandſteine, zum Theil Schiefer, von dem

gewöhnlichen Schiefer und dickgeschichteten, unreinen Kalksteinen begleitet, enthalten einzelne Massen eines granitischen Gebildes, die mit Unterbrechungen in einem Zwischenraum von 150 Schritten erscheinen. Meine Aufmerksamkeit wurde zuerst durch Studer auf diesen Ort geleitet, als ich in seiner, in Merian's und Favre's Gesellschaft denselben besuchte. Es schien mir, als ob die granitischen Concretionen zugleich mit kalkigen Nieren auftreten, sowie daß die Granit-Parthieen mit Schiefern und unreinen Kalksteinen abwechseln. Die größte der Concretionen ist sphäroidisch gestaltet, ungefähr vier Fuß lang und drei Fuß breit, die Außenfläche mehr schieferig, nach Innen in einen Teig mit Feldspath-Krystallen übergehend; das eine Ende des Kernes scheint gleichsam aus kleinen Granit-Fragmenten zusammengesetzt. Ein anderer Streifen besteht aus grünlichem Granit oder aus granitischem Gneiß.

Es war mir schwer, eine Erklärung für die Erscheinungen zu finden, ausgenommen, daß die granitische Masse zugleich mit den sedimentären Sandsteinen und Schiefern, welche sie umgeben, gebildet wurde; die Gestalt derselben schien eine solche Hypothese zu begünstigen. Aber wie sie auch entstanden, entweder auf gleiche Weise wie die sogenannten vulkanischen oder plutonischen Sandsteine anderer Gegenden durch gleichzeitige Segregation der auf plutonischem Wege auf dem Boden einer stürmischen See gebildeten Theile, oder durch eine spätere Veränderung der Schichten in Folge der Einwirkung von Gasen und von Hitze, oder durch Fortführung von anderen Orten her, darüber kann kein Zweifel herrschen, daß die granitischen Massen gleichzeitig mit dem Flysch gebildet sind.

In dem Thal von Habkeren finden sich außerdem noch große, granitische Blöcke, die, auf altem Alluvium liegend, auf gewisse Entfernung hin den gewöhnlichen Wanderblöcken in den Alpen gleichen, über die schon so viel gestritten wurde. *) Der größte Block ruht auf einer sumpfigen Wiese, die das alte Alluvium auf der östlichen Seite des Flüßchens Habkeren bedeckt; er ist ungefähr 105 F. lang, 90 breit und 45 F. hoch, eine Masse von 400,000 Kubikfuß. Da er aus einem eigenthümlichen, in keiner der Alpen-Gegenden sonst vorkommenden Granit **) besteht, glaubt Studer, daß derselbe, gleich den obenerwähnten Massen, ursprünglich im Flysch eingeschlossen war, und bei zunehmender Verwitterung des Gesteins an den senkrechten Thalwänden herunterfiel und an seinen jetzigen Platz gelangte. Er hat diese

*) Ich will hier nicht in die Frage, welche die Wanderblöcke betrifft, eingehen, sondern demnächst in einem besonderen Aufsatze meine Ansichten über dieselben und ihr Verhältniß zu Gletschern darlegen.

**) Nach Studer besteht der Granit aus blaulichweißem und hellrothem Feldspath (letzterer vielleicht Albit?), aus weißem Quarz und aus dunkelbraunen Glimmer-Krystallen.

Ansichten auch auf die Blöcke vom Bolgen ausgedehnt, d. h. sie stammen nach ihm von früher vorhandenen Gesteinen, und waren ursprünglich in dem Flysch während dessen Bildung eingeschlossen. Ich habe nun beide Orte untersucht, und kann Studer's Meinung nicht theilen; ich betrachte den Block von Habkeren nur als einen erratischen, der entweder unter anderen Ablagerungen verborgen lag, oder dem Auge unter einer Hülle von Schnee und Eis entzogen war, die natürlich in jenen Alpen-Regionen jeder Beobachtung hemmend entgegen treten. Die förmliche Umschließung der oben erwähnten Granit-Bänder im Flysch kann nicht geleugnet werden, aber die Gegenwart der Geoden, deren größte nicht über vier Fuß Länge und einen Fuß Breite hat, spricht gegen die Möglichkeit, daß ein Block von 400,000 Kubikfuß eben so gebildet worden sey; auch trägt er nicht im geringsten das Ansehen, als sei er jemals eine solche Geode gewesen. Ueberdies kommen nirgends in dem Flysch der Alpen Conglomerate vor, die größere Massen als einen oder zwei Fuß im Durchmesser betragend umschließen. Aber, angenommen der fragliche Block stammte wirklich aus einem Conglomerat, und ward während der Ablagerung des Flysch diesem von einem krystallinischen Bergrücken zugeführt, durch welche Mittel soll dies geschehen sein? Gewiß weder durch fließendes noch durch festes Eis, denn die Nummuliten-Epoche hat mit Gletschern nichts zu thun, sie war vielmehr von beträchtlicher Wärme begleitet.

Indem ich keine genügende Erklärung für das Auftreten eines Blockes von solcher Größe in dünngeschichtetem Sandstein und Schiefer (Gesteine, die den Flysch zu beiden Seiten des Thales von Habkeren zusammensetzen) sehe, muß ich auch die Anwendung derselben auf die Phänomene am Bolgen verwerfen. Bei einer nochmaligen Untersuchung der Stelle machte ich die Bemerkung, daß jedes der Gebilde, die ich als Sandsteine, Grünsand oder Schiefer beschrieb, ein sehr beständiges Streichen zeigt. So streichen z. B. die quarzigen Sandsteine (bisweilen dem Quarzfels ähnlich), die in erhärtete Schiefer übergehen, von den Gehängen oberhalb Obermaiselstein nach dem Gipfel des Bolgen zu im Westen. Die Schichten stehen entweder auf dem Kopf, oder fallen unter 70° bis 80° n. u. s. Von diesen Gebilden begleitet, zu beiden Seiten von Quarz-Gesteinen umgeben, erhebt sich der Glimmerschiefer-Kern aus der Gesammt-Masse. Die konische Form desselben machte es wahrscheinlich, daß er inmitten der Sedimente emporgetrieben und diese zu beiden Seiten nach rechts und links geschoben habe. Ein Quer-Profil, vom Gipfel im N.N.O. nach einer Schlucht in S.S.O. gezogen, zeigt, daß die schwarzen Schiefer des Flysch zum Theil in eine Art von Kieselschiefer übergehen, und daß, vollkommen parallel mit der höheren Zone, andere weniger erhabene Rücken von Sandstein erscheinen, die zum Theil in Quarzfels umgewandelt sind oder hie und da in Glimmerschiefer. Die Quarz-Gesteine

sind entweder in einem amorphen Zustand, oder sie treten, gleich Gängen aus geschmolzener oder halbgeschmolzener Materie bestehend, zwischen den Bänken des in hohem Grad veränderten Flysch-Kalksteines auf. Aus allen den Thatsachen ergibt sich, daß der sogenannte Gneiß und Glimmerschiefer nichts anderes als Glieder der Flysch-Gruppe sind, die eine bedeutendere Veränderung erlitten haben, als die übrigen. Ueberdies kommt das Phänomen in einer von Störungen sehr heimgesuchten Gegend der ganzen Gebirgskette vor, und wenn ich beifüge, daß es sich unmittelbar nördlich von einer großen Verwerfungs-Kluft befindet, durch welche das ganze System der Flysch- und Nummuliten-Gesteine auf seiner südlichen Seite mit dem Neocomien-Kalkstein zusammentritt (also ganz die nämlichen abweichenden Lagerungs-Verhältnisse wie bei Dornbirn und bei Haslach südlich von Bregenz), so werden wir in diesen Thatsachen eher eine Erklärung finden. Jedenfalls ist die Umwandlung des Flysch in Gneiß und Glimmerschiefer eine Erscheinung, die durch Studer in Graubündten nachgewiesen wurde und demnach auch am Bolgen statthaben konnte.

Verlängerung der Kreide- und Nummuliten-Zone Baierns und der Schweiz nach den österreichischen Alpen.

Wenn man die Lagerungs-Verhältnisse der fraglichen Gebilde in Appenzell, am Grünten und bei Sonthofen als Vorbilder wählt, so wird es einem geübten Geologen nicht schwer fallen, dieselben auf andere Gegenden, bei Nesselwang, auf die Traun-Ufer, auf die Umgebungen von Kressenberg, von Untersberg, Mattsee und anderen Orten anzuwenden.*) So sehen wir namentlich unsern von Nesselwang östlich vom Grünten und an einem Ende der baierischen Alpen eine deutliche Reihenfolge der Kreide-Gebilde, die später beschrieben werden soll. Was unsere früheren Profile betrifft, so ist es klar, daß an der nördlichen Seite des Berges bei Nesselwang

*) Die Versteinerungen, welche ich bei Mattsee sammelte, wurden von Archiac untersucht und bestimmt, nämlich: Nummulites Biaritzana (*Arch.*) (N. atacica *Leym.*), die in den unteren Pyrenäen, in der Gebirgskette von Corbières, und in den französischen Alpen so häufig ist; N. rotularis? (*Desh.*) (N. globulus *Leym.*), Corbières und Krimm; Orbitolites submedia (*Arch.*) von Biaritz und aus den Alpen; Operculina, n. s.; Echinolampas, wohl E. ellipsoidalis von Biaritz, und unter den Arten von Pecten eine dem P. tripartitus (*Desh.*) ähnliche, der in den Tertiär-Gebilden Frankreichs so häufig ist. Diese Schichten lassen sich mit denen von Kressenberg (Wiener Mittheilungen 1848, IV, S. 247—249, und Jahrb. f. Min. 1849, S. 109), welche Ehrlich beschrieb, vergleichen; er zählt von Petrefacten auf: Nautilus lingulatus, Clypeaster (Conoclydus) conoideus, C. Rouei und Micraster pulvinatus (*Arch.*). Da ich früher schon Echinodermen bei Mattsee fand, obwohl sie damals noch nicht benannt waren, bleibt kein Zweifel hinsichtlich des Alters dieser Gebilde übrig; die Gryphaea in den tiefsten Schichten ist die einzige secundäre Form.

eine Ablagerung mit Grünsand- und Gault- (wenn nicht Neocomien-?) Petrefacten mit den nämlichen tertiären Conglomeraten wie am Grünten (Molasse und Nagelflue) in Berührung tritt. Das Profil von Traunstein zeigt deutlich die größere Entwickelung eines Systemes von Sandstein, Schiefer und von unreinem Kalkstein mit einzelnen Nummuliten-Schichten u. s. w., wie wir sie schon mehrmals, und zumal bei Sonthofen kennen lernten. Indem ich den Leser auf unseren Aufsatz *) verweise, bemerke ich nur, daß die mächtige Flysch-Gruppe (Nro. 2, 3 und 4) als über den nummulitischen Schichten (5, 6, 7) liegend angesehen werden muß, so läßt sich das Ganze mit den Vorbildern aus der Schweiz und von Sonthofen vereinen. Und um das lehrreiche Profil meinen jetzigen Ansichten gänzlich anzupassen, füge ich noch bei, daß zwischen dem nördlichen Ende der nummulitischen Sandsteine und der tertiären Molasse die so oft erwähnte Verwerfungskluft erscheint, und durch mächtige Grußpfeiler repräsentirt wird. Die große, äußere Verwerfungskluft der Alpen hat also hier, wie an anderen Orten, den Flysch umgekehrt gegen Süden aufgeworfen, und dagegen Schichten der pliocenen Epoche zum Vorschein gebracht, die ältesten Schichten der eocenen Ablagerung.

Indessen waren die Wirkungen der mächtigen Verwerfungskluft in Oesterreich und an den südlichen Gehängen des Donau-Thales unbedeutend, verglichen mit den ungeheueren Störungen, welche in Baiern (Grünten) und in der Schweiz (Sentis und Pilatus) statt hatten, wo selbst der Neocomien-Kalkstein oder das Aequivalent der tiefsten Schichten unseres unteren Grünsandes zu mächtigen Höhen aufgetrieben, und die auf demselben liegenden Kreide- und Nummuliten-Gebilde gegen die Alpen hin gepreßt sind, und eben der Neocomien-Kalkstein, das älteste Glied der ganzen Reihe, mit junger tertiärer Nagelflue in Berührung tritt. Die Profile in Baiern, Oesterreich oder der Schweiz, unsere auf Versteinerungen-führende Schichten gestützten Erfahrungen lehren uns, daß wir mit einer ansteigenden Schichten-Reihe zu thun haben von dem Vereinigungspunkt mit den jüngern Tertiär-Gebilden an, oder mit anderen Worten, daß im Donau-Thale, in der Schweiz, an den Ufern des Bodensees die tieferen Bänke der Reihe, auf welchen an andern Orten die nummulitische Gruppe ruht, sich zu beträchtlichen Massen erheben und häufig den jüngeren Theil der eocenen Formationen in die abweichende Lagerung gebracht haben, daß sie unter den mächtigen secundären Kalksteinen der Gebirgskette einfallen.

Hinsichtlich der Kreidegruppe von Gosau wurde bereits bemerkt, daß sie mangelhaft sey, einestheils, weil ein Versteinerungen-führender Kalkstein — wie in der Schweiz und in Baiern — fehlt, der als Aequivalent der weißen

*) Trans. of the Geol. Soc. III, pag. 338.

Kreide gelten kann, anderentheils, weil keine deutliche nummulitiſche Zone erſcheint. Ich bin jedoch nicht abgeneigt, die Sandſteine, unreinen Kalkſteine und Schiefer, welche hier die Mergel bedecken, die ihren foſſilen Reſten gemäß der Kreide-Gruppe angehören, als Repräſentanten eines Theiles der Nummuliten- und Flyſch-Reihen anderer Gegenden anzuſehen. Man kann von den Goſau-Gegenden wirklich ſagen, der petrographiſche Typus des Flyſch reiche nicht allein zum Inoceramen-Kalkſtein hinab, mit gänzlichem Ausſchluß eines die Kreide vertretenden Kalkſteines, er erſetzt auch die Stelle aller der Schichten, die den oberen Grünſand und Gault repräſentiren; die erſten Bänke harten, feſten Geſteins gehören dem Hippuriten-Kalkſtein an, der, wie jener vom Untersberg bei Salzburg, die Neocomien-Formation vertritt.

Beim Untersberg beſtehen die Aequivalente des Gault, oberen Grünſand und der Kreide, die auf Neocomien-Kalkſtein oder Hippuriten-Marmor ruhen, aus Mergeln, welche oft an den „malm-rock“ *) erinnern, ſo wie aus buntgefleckten, grünen und rothen Streifen, der Scaglia ähnlich, in welchen Sedgwick und ich Belemnites und Baculites fanden, nebſt Inoceramus Cripsii *(Sow.)* und Trochus linearis. Dann folgt Sandſtein und kalkiger Sandſtein und blauer Mergel, in denen Nummuliten, ferner Operculina, Dentalium, Serpula vorkommen und andere Petrefacten, die für tertiäre Gebilde ſprechen. Wirklich hat man auch zwei oder drei Arten, Auricula simulata *(Sow.)* und Dentalium grande *(Desh.)* als identiſch mit Arten des Pariſer und Londoner Beckens erkannt.

Verfolgt man die Kreide-Gebilde aus Baiern nach Oeſterreich, ſo vermißt man alsbald das obere Glied derſelben, das Aequivalent der weißen

---

*) Den Ausdruck „malm-rock“ gebrauchte ſchon vor geraumer Zeit Fitton [Observations on some of the Strata between the Chalk and Oxford Oolite in the South-East of England. London, 1836, pg. 154.] Einen der Hauptcharakter-Züge der Umgebungen von Petersfield (Hampshire) bildet die verhältnißmäßig große Ausdehnung des oberen Grünſandes; in mächtigen, Terraſſen-artig abgelagerten Bänken umgibt er die Kreide-Höhen. Obwohl in den Kirchſpielen von Burton und Harting ſich Uebergänge aus der grauen Kreide und dem Kreide-Mergel in den oberen Grünſand zeigen, beſtehen faſt ſämmtliche Terraſſen auf zwei Meilen hin aus dem, in dortiger Gegend als „malm-rock“ bezeichneten Gebilde. Das ſogenannte „malm-land“ iſt ein, namentlich für Korn-Production ſehr geeigneter Boden, welcher aus den tiefſten Schichten einer weichen, mergeligen Kreide beſteht, die gewöhnlich den höheren Theil der Terraſſen zuſammenſetzt; malm-rock werden die unmittelbar darunter liegenden, härteren Schichten genannt. — Auch in Irland, am Donald's Hill kommt ein ähnliches Kreide-Gebilde vor, deſſen man ſich (ohne daß es gebrannt würde) als Dünger bedient; es zerfällt, der Luft ausgeſetzt, in feinen Staub. Die Arbeiter nennen es „ſoft“ oder „malm-rock.“ Vergl. *Portlock*, Report on the Geology of the County of Londonderry and of Parts of Tyrone and Fermanagh. (1843) pg. 111.

Anm. d. Bearb.

Kreide, welches als ein weißer Kalkſtein in Savoyen, in der Schweiz und in Baiern entwickelt iſt. Selbſt bei den Profilen vom Untersberg, zwiſchen Reichenhall und Salzburg, beſteht der Kreide-Petrefacten enthaltende Streifen aus grauen, grünen und rothen Mergeln. Ein entſchiedenerer Wechſel zeigt ſich noch weiter öſtlich, im Goſau-Thal; da iſt keine Spur mehr von weißem Kalkſtein zu ſehen, hingegen eine an Petrefacten (von denen manche characteriſtiſche Arten der Kreide ſind) ſehr reiche Gruppe, die gewiſſe eine Tertiär-Zeit andeutende Verſteinerungen enthält, und aus weichem Schiefer, ſandigem Mergel mit unreinen, dunkelfarbigen Kalkſteinen beſteht. Was die Profile der die Kreide bedeckenden Ablagerungen beim Untersberg betrifft*), ſo bemerke ich, daß die nämliche anſteigende Reihe wahrnehmbar iſt, wie am Grünten, bei Sonthofen, und an andern Orten, d. h. ein Uebergang von einer wirklichen, ächten Kreide-Zone (das Aequivalent der Kreide zeigt eine ſehr verſchiedene petrographiſche Beſchaffenheit) durch gewiſſe Mergel- und Sandſtein-Schichten in Felsmaſſen mit Nummuliten und anderen Verſteinerungen, die in den darunter befindlichen Gebilden nicht vorkommen. Dagegen waltet kein Zweifel, daß die, die Charactere des Flyſch beſitzenden Gebilde nicht allein ſtets oberhalb der Nummuliten-Gruppe auftreten: ſie gehen vielmehr förmlich in dieſelbe über, verbinden ſich bei Goſau ſogar mit ächten Kreide-Petrefacten-führenden Schichten. Die an Verſteinerungen ſo überreichen Nummuliten-Geſteine von Kreſſenberg ſind — ungeachtet lokaler Störungen — als ausgedehnte Maſſen einer der oberſten Schichten jenes Kalkſteins anzuſehen, von dem ſchon vielfältig die Rede war.

Nach einer Mittheilung Verneuil's — der im Jahr 1847 Kreſſenberg beſuchte — gehören alle mit den Nummuliten vorkommende foſſilen Reſte über der Kreide liegenden Schichten an. Er hat ſich überzeugt, daß ſich beſonders in zwei Bänken Petrefacten finden, nämlich Gault- oder Grünſand-Verſteinerungen in einem erdigen, chloritiſchen Sandſtein, die anderen in einer quarzigen, eiſenreichen Felsart. Nur in der letzteren, die vom Flyſch bedeckt wird, werden Nummuliten angetroffen, unter dieſen N. laevigata *(Lam.)*, N. elegans *(Sow.)* des London-Thones, nebſt Orbitoidea *(d'Orb.)*; ferner der im Pariſer Grobkalk ſo häufige Pygorhynchus Cuvieri, der in den Alpen ſo verbreitete Conoclypus conoideus und der beſonders im Vicentiniſchen und im ſüdlichen Frankreich gemeine Echinolampas politus *(Ag.)* Es wird demnach wohl kein Geolog, der beide Orte näher unterſucht hat, zweifeln,

*) Die ächten Kreide-Gebilde, mit dem Gault und der Kreide angehörigen Petrefacten, ſind in den bergigen Gegenden zwiſchen Reichenhall und Untersberg nur mit großen Schwierigkeiten aufzufinden, da Vegetation und Grußmaſſen jede Unterſuchung erſchweren.

daß die Nummuliten-Gesteine von Sonthofen genaue Aequivalente jener von Kressenberg sind. Hier, wie dort, wurde der Flysch gegen die Gebirgskette hin gestürzt, es unterscheidet sich der letztere vom ersteren nur dadurch, daß zwischen Flysch und Nummuliten-Schichten eine Verwerfungskluft erscheint.

Ohne auf eine weitere Aufzählung der Petrefacten in den Nummuliten-Schichten einzugehen, bemerke ich nur, daß von den sämmtlichen charakteristischen Versteinerungen der weißen Kreide — wie Ammonites, Belemnites, Hamites, Inoceramus u. s. w. — keine vorkommt. Alle Geologen, die gewohnt sind, Schichten nach ihren organischen Resten und ihren Lagerungs-Verhältnissen zu bestimmen, werden einräumen müssen, daß die Nummuliten- und Flysch-Gesteine der Alpen, in Savoyen, in der Schweiz, in Baiern und Oesterreich als ältere tertiäre, als eocene Gebilde betrachtet werden müssen, und nicht länger mit der Kreide-Gruppe vereint bleiben können. Die einzige Frage die, wie mir es scheint, noch übrig bleibt, ist, wo die genaue Grenze zwischen secundären und tertiären Gebilden gezogen werden soll; entweder — wie ich glaube — unmittelbar an der Basis der untersten Nummuliten-Bank, oder noch tiefer, zwischen den Flysch-ähnlichen und Grünsand-Schichten, die eine oder zwei Arten von Gryphaea führen, und deren wir oben gedachten. Jedenfalls wird überall, wo ein allmähliger, regelmäßiger Uebergang statt findet, die Bestimmung einer solchen Grenzlinie schwer bleiben.

Ueber der Kreide liegende oder tertiäre Gesteine in den südlichen Alpen und im Vicentinischen.

Der größere Theil eines Jahrhunderts ist verflossen, seit Arduini die Ablagerungen von Ronca und Bolca für tertiäre erklärte, und Fortis auf die Identität der Petrefacten von Val d'Astico mit den von Brander beschriebenen aus dem London-Thon von Hampshire aufmerksam machte. Brongniart bestimmte zuerst diese Schichten als ältere tertiäre*) und zählte deren fossile Reste auf, während zu gleicher Zeit Buckland zu ähnlichen Folgen in den Alpen gelangte.**) Obwohl aber der Mangel an Kreide-Petrefacten, die Häufigkeit tertiärer deutlich dafür sprach, daß diese Muscheln-führenden Ablagerungen jünger als Kreide seien, blieb besonders die Nothwendigkeit, die Beziehungen zwischen denselben und den secundären Felsmassen zu ermitteln, um so mehr, da einige Geologen von Namen sämmtliche Nummuliten-Gesteine im Vicentinischen zur Kreide-Gruppe rechneten. Auf unserer eiligen Wan-

*) Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcareo-trappéens du Vicentin, par Alexandre Brongniart; Paris 1823.

**) Annals of Philosophy, June. 1821.

derung durch diesen Landstrich im Jahre 1828 besuchten Lyell und ich alle die von Brongniart als „calcareo-trappéens“ bezeichneten Districte; wir konnten indeß, der durch basaltische und andere eruptive Gebilde gestörten Lagerungs-Verhältnisse wegen, den Beobachtungen unseres Vorgängers nichts Neues beifügen. Während mein Gefährte seine Reise durch das südliche Italien und durch Sicilien fortsetzte, kehrte ich durch die Venetianer Alpen nach England zurück und da boten sich mir deutliche und lehrreiche Profile an den Ufern des Brenta-Flusses, bei Bassano und zwischen Possagno und Asolo. Dort ruhen die nummulitischen und Muscheln-führenden Schichten — ungestört durch basaltische Massen — gleichförmig auf der Scaglia, oder dem italienischen Aequivalent der Kreide, und gehen nach oben in jüngere Tertiär-Gebilde über; sämmtliche Felsarten sind in, der Richtung der Alpenkette parallelen Linien gehoben.

Bei der Schilderung der Profile von Bassano kannte man die neue Benennung Lyell's noch nicht, und die über der Kreide befindlichen, Muscheln-führenden Ablagerungen wurden einfach als untere und obere tertiäre bezeichnet. Ich wies damals nach, daß die beiden Tertiär-Ablagerungen in parallelen Linien gehoben wurden, und zum Theil Uebergänge in einander wahrnehmen ließen. Seitdem habe ich die Alpen in den verschiedensten Richtungen durchstreift, auch jene Orte wieder besucht, und erkenne jetzt erst den eigentlichen Werth der Profile, denn hier tritt die Nummuliten-Zone gleichförmig zwischen dem von mir als Aequivalent der Kreide bezeichneten Gebilde und einer höheren Zone auf, die jüngere tertiäre Petrefacten enthält. Die fragliche Zwischen-Bildung, in der mehrere Versteinerungen der älteren Tertiär-Epoche vorkommen, muß als Repräsentant der eocenen Gruppe angesehen werden. Die so hoch geneigte Lage der äußeren oder jüngeren Tertiär-Zone rührt von einer der letzten bedeutenden Hebungen („redressement“) in den Alpen, nach Ablagerung der Subapenninen-Formation. Ich will hier nicht behaupten, daß gleichzeitig mit der Kreide und den eocenen Gebilden auch die jüngeren tertiären Massen gehoben wurden; letztere dürften im Gegentheil später, aber in der nämlichen Richtung wie jene, aufgerichtet worden sein.*)

Es war bereits die Rede davon, daß eine mächtige Ablagerung dichten Kalksteins, mit Feuersteinen und Ammoniten, „biancone“ genannt, nach ihren fossilen Resten zum Neocomien gehörig, auf juraſſischen Gebilden ruht und von beträchtlichen Massen der Scaglia bedeckt wird. Letztere, hie und da Inoceramus, Terebratula und Ananchytes ovatus enthaltend, zwischen dem

*) In Gesellschaft der geologischen Abtheilung der „Scienziati Italiani“ besuchte ich zum letztenmale von Venedig aus Bassano, Possagno und Asolo. Die Profile, welche ich früher mittheilte, finden sich im Phil. Magaz. V. June 1829, pag. 401.

Neocomien und der Nummuliten-Gruppe mit tertiären Versteinerungen auftretend, ist gleich dem Seewer Kalkstein in der Schweiz als Aequivalent der Kreide zu betrachten. In den Gegenden zwischen Recoaro im Norden und Vicenza im Süden erscheint die Scaglia mächtig entwickelt unterhalb der nummulitischen Kalksteine. Bei Vald'Agno, südlich von Recoaro, wird die Scaglia, die characteristische Petrefacten führt von Kohlen-Streifen bedeckt, deren man sich in der Umgegend bedient; sie liegen zwischen Schiefern die von den älteren Gesteinen abfallen und unter den angrenzenden Hügeln nummulitischer Kalksteine verschwinden. Es behaupten diese Kohlen-Streifen den nämlichen Platz, wie jene von Entrevernes in Savoyen, an den Diablerets und bei Beatenberg im Canton Bern. Noch an anderen Punkten in der Gegend werden die nummulitischen Gesteine durch kleine Kohlen-Ablagerungen characterisirt, wie am Monte Bolca und am Monte Viale bei Vicenza, wo sie sich in dem wohlbekannten Kalkstein des isolirten Berges finden.

In dem Landstrich zwischen Vicenza, Schio und Verona treten inmitten des Gebietes sedimentärer Ablagerungen die verschiedensten eruptiven Gebilde — Porphyre, Diorite, Trachyte, Basalte, Serpentine oder Peperine — in seltener Mannigfaltigkeit auf, die Durchbrüche und andere Störungen sind so häufig, daß die Schichten-Folge nur mit Mühe erkannt werden kann, wie dies namentlich in den Umgebungen von Ronca, Montecchio Maggiore und anderen Orten der Fall, denen ein ungewöhnlicher Reichthum von Petrefacten eigen. So zeigt sich besonders westlich von Schio und unfern der Stadt Magra ein belehrendes Profil: die Basis besteht aus rother und weißer Scaglia, in der Inoceramus, Terebratula incurva, Ananchytes ovatus und andere fossile Reste vorkommen, während den Gipfel mächtige Bänke von Nummuliten-Kalkstein zusammensetzen. Die leicht geneigten Schichten liegen vollkommen gleichförmig und der Uebergang aus der einen Gruppe in die andere ist wahrnehmbar. Kohlen-Streifen bemerkt man keine, aber gegen die obere Grenze hin wechsellagert die rothe Scaglia zu wiederholten Malen mit basaltischem Tuff. Einige der höchsten Bänke desselben zeigen sich ebenso reich an Nummuliten, wie der den Gipfel des Hügels zusammensetzende harte graue Nummuliten-Kalkstein. Die Art und Weise wie die vulkanischen Gesteine gleichsam zwischen den nummulitischen Schichten auftreten (wie es in jener Gegend noch an mehreren Orten mit anderen Versteinerungen-führenden Schichten der Fall), läßt mich vermuthen, daß die vulkanischen Ergüsse gleichzeitig mit den submarinen Ablagerungen erfolgten, eine Art von Gebilden, die hier keiner weiteren Schilderung bedarf.*) Ueber-

*) Brongniart hat diese Gebilde genauer geschildert und als „calcareo-trappéens" bezeichnet. Ich theile dessen Ansicht vollkommen, nur daß ich seine „brecciole" für gleichzeitig mit den Ablagerungen halte.

dieß treten in dem ganzen Landstriche plutonische Felsmassen auf, von ächtem, eruptiven Character, welche die geschichteten Gebilde vielfach durchbrochen haben. Beispiele bietet das oben genannte Profil. Die Hauptmassen des nummulitischen Kalksteines, welche die Scaglia bedecken, fallen im Allgemeinen südlich ein unter Mergeln, Sandsteinen, Tuffen und Kalksteinen der wellenförmigen, hügeligen vicentinischen Gegenden. Der Nummuliten Kalkstein bildet hauptsächlich die Basis der Versteinerungen führenden Gruppe, selbst in dem Landstrich, wo basaltische Massen so häufig sind. Letztere gewinnen gegen W. und S. W. von Schio in dem Grade die Oberhand, daß auf weite Strecken hin keine regelmäßige Schichten-Folge mehr nachgewiesen werden kann. Nördlich von St. Orso bei Schio haben Porphyr-Gebilde bei ihrem Empordringen die Schichten umgestürzt, so daß die Kreide-Ablagerungen die nummulitischen und jüngeren tertiären Gesteine bedecken.*) Es soll von diesen Erscheinungen ausführlicher die Rede sein, wenn wir die Störungen, welche in den Alpen statt hatten, besprechen. Für jetzt bitte ich den Leser seine Aufmerksamkeit der Gegend von Bassano und Asolo zuzuwenden; dort finden wir eines der lehrreichsten Profile, eine Schichtenfolge von den Kreide- zu den Tertiär-Gebilden.

Am rechten Brenta-Ufer bei Campese unfern Bassano, erscheinen der Neocomien und die Scaglia, die in wellenförmigen Terrassen sich über die Sette Communi hinziehen, in stark aufgerichteten Schichten. Auf die rothe und weiße Scaglia, welche die Ufer der Brenta bilden, folgen sandige Mergel, dann nummulitische Kalksteine. Die hoch geneigte Lage läßt sich weithin verfolgen, und nachdem man über mächtige Bänke von Mergeln, unreinem Kalkstein und Sandstein gekommen (von denen nur wenige entblößt sind) endigt das Profil gegen die Niederung im Süden mit dem kegelförmigen Hügel, Monte Grado genannt, der aus Sandstein, kalkigem Sandstein und Conglomerat besteht; die Schichten streichen parallel mit den übrigen, und fallen unter 75° bis 80° gegen S. ein. Ich füge hier nur noch bei, daß die Ostrea Virginica und andere Muscheln, welche in den obersten Conglomerat-Lagen vorkommen, für ein pliocenes Alter sprechen, während die nummulitischen und

*) Mein Freund Pasini gab sich besondere Mühe, mich mit den interessanten Umgebungen von Schio, Recoaro und Sette Communi bekannt zu machen. Die heimathlichen Gegenden eines Arduini, Brocchi, Fortis, Mazzari, Pencati, Maraschini und Pasini gehören in geologischer Beziehung zu den besonders merkwürdigen. Störungen mannigfacher Art kommen hier vor, der Metamorphismus spielt keine kleine Rolle und außerdem zeigen sich Ablagerungen des Trias- und Jura, der Kreide- und Tertiär-Zeit entwickelt.

anderen Gebilde der nämlichen älteren Tertiär-Epoche angehören, wie die Ablagerungen von Ronca, Castel Gomberto u. s. w.*)

Das Profil von der Scaglia bei Possagno an den Alpen bis nach Asolo an dem äußersten Ende der Tertiär-Reihe der Gegend, ist besonders in den mittleren und oberen Theilen entwickelt, wiewohl die Verbindungen der nummulitischen Schichten mit der Scaglia, die bei Bassano so deutlich, nicht zu sehen sind. Die Gebiete gehen hauptsächlich im Val d'Urgana zu Tage. Ich glaube, daß dieß Thal früher von den nämlichen losen und gebrächen Schichten von Schiefer, Mergel und grünem Sandstein erfüllt ward, die in den baierischen und Schweizer Alpen diesen Horizont ausmachen. Die tiefsten Tertiär-Schichten, welche bei Possagno (in Streichen und Fallen gleichförmig zu der darunter liegenden Scaglia) auftreten, sind dunkele, oft eisenreiche und sandige Mergel, mit Fungien und anderen Polypen, und den mannigfachen Petrefacten, die den Monte Ronca und die Berici-Hügel so bekannt gemacht haben. Dann folgen kalkige Sandsteine und Numuliten-Kalksteine, mit Fusus longaevus, die nach oben in harte, weiße Bänke übergehen, bedeckt von gelblichem, unreinem sandigem Kalkstein mit blauen, Versteinerungen führenden Mergeln, in welchen zuerst Arten von Pecten vorkommen. Alsdann erscheinen gelber sandiger Kalkstein und kalkiger Sandstein mit grünen Körnern, mit Echiniten und Pecten. Die Masse hat beträchtliche Mächtigkeit und erinnert an gewisse kalkige grüne Sandsteine der Schweiz, die zugleich mit Nummuliten-Kalksteinen auftreten. Oberhalb dieser „glauconie grossière“ erscheint ein gefleckter, grauer und blaßrother Sandstein, der Foraminiferen und hie und da Nummuliten führt. Bei Castel-Cucco ist das Gestein durch Steinbruchbau bedeutend entblößt; die Säulen der Kirche von Possagno wurden durch Canova's Meisterhand daraus gefertigt. Die alsdann folgenden Schichten von Schiefern, Mergeln und Sand sind in den niedrigen, wellenförmigen Gegenden südlich von Castel Cucco wenig aufgeschlossen. Erst bei dem äußeren Tertiär-Rücken der Asolan'schen Berge zeigt sich ein deutliches Profil; blaue Mergel, Brocchi's Subapenninen-Mergeln sehr ähnlich, unterteufen gelbliche Sandsteine und Conglomerat-Massen, gleich jenen vom Monte Grado bei Bassano. In den Mergeln finden sich Venericardia costata, Arca Diluvii; Pyrula clathrata, mit Arten von Murex, Natica u. s w., welche die blauen Mergel der Subapenninen scharf charakterisiren, während in den darüber liegenden gelben Kalksteinen und Conglomeraten die große Ostrea Virginica vorkommt. Ich will mich hier nicht verweilen, da wir in kurzer Zeit von de Zigno — der mit jener Gegend

*) Vergl. Bull. de la soc. géol. de Fr. tom. IV. pg. 56, wo Zigno meine früher ausgesprochenen Ansichten bestätigt.

ſo vertraut, und meine Anſichten theilt — eine ausführliche Aufzählung der Verſteinerungen in den Tertiär-Schichten zwiſchen den Flüſſen Brenta und Piave zu erwarten haben. Einſtweilen nur die Bemerkung, daß nach der Schichten-Folge und den Verſteinerungen, die ich ſammelte, und bei Parolini in Baſſano ſah, ich nicht im geringſten zweifle, daß die Profile eine anſteigende Reihe von der Oberfläche der Kreide bis in Ablagerungen der Nummuliten-Formation wahrnehmen laſſen. Der treffliche Paläontolog Ewald*) — der zugleich mit L. v. Buch, Verneuil und mir die Stelle beſuchte, — betrachtet den ganzen unteren Theil als eocen, ſo daß die Sandbänke und Kalkſtein-Schichten, die oberhalb der Nummuliten-Schichten liegen, als Aequivalente der miocenen Gebilde anzuſehen ſind.

Wir haben es indeß hier mit der Nummuliten-Gruppe zu thun, und ich überlaſſe es den dortigen Geologen, die weiteren Verhältniſſe zu ermitteln. Es genügt mir zu wiſſen, daß das deutlich und regelmäßig abgelagerte Kreide-Syſtem von ächten unter-tertiären Gebilden bedeckt wird, und daß früher von mir geäußerte Vermuthungen ſich beſtätigt haben, nämlich daß tertiäre Geſteine — obere und untere — in jener Gegend den ſecundären Felsmaſſen parallel ſind, und durch Kräfte gehoben wurden, die auch auf die Alpen einwirkten. Die unter-tertiäre Gruppe wird in dem Landſtrich zwiſchen Baſſano und Poſſagno außer durch Nummuliten, durch Fusus longaevus, F. intortus, Pleurotoma semicolon, Turritella imbricataria und eine Zahl Petrefacten characteriſirt (namentlich auch Corallen), gänzlich verſchieden von denen der Kreide, und zwar ſind es entweder bekannte tertiäre Formen des nördlichen Europa's, oder den Gegenden eigenthümliche Arten. Verfolgt man die nämliche Zone weſtwärts gegen die Bregonze-Hügel und den Landſtrich zwiſchen Vicenza und Schio oder zu dem intereſſanten, iſolirten Hügel, Monte Viale genannt, ſo findet man in derſelben alle die von Brongniart aufgezählten Arten, unter denen ich beſonders bemerkte: Cerithium giganteum, C. Maraschini (*Brong.*) — Ewald glaubt, daß es Cerithium hexagonum (*Brug.*) des Pariſer Beckens ſey — Crassatella sulcata (*Sow.*), Nerida conoidea, Bulla

*) Die Anſichten, welche Ewald auf der Verſammlung zu Venedig darlegte, fanden eine lebhafte Aufnahme. Er ſchrieb mir ſeitdem, und behauptet, auf unumſtößliche zoologiſche Beweiſe geſtützt, daß die Ablagerungen eocene ſeien. Freilich ſah er die Gryphaea vesiculosa, die ich in den nördlichen Alpen ſammelte, nicht, dagegen meint er, daß die im Vicentiniſchen häufige und von Brongniart als G. columba beſchriebene Art, keine Kreide-Verſteinerung ſey, räumt aber ein, daß die Terebratula caput-serpentis aus der Kreide in die eocenen Schichten hinübergeht. Es iſt ſehr zu wünſchen, daß Ewald ſeine Beobachtungen in jenen Gegenden fortſetze, um uns bald mit einem Verzeichniß der Petrefacten der Nummuliten-Gruppe zu erfreuen, wozu er bereits bedeutendes Material geſammelt hat.

Fortisii; unter den Conchiferen sind zu nennen: Pholadomya Puschii (?) *(Goldf.)*, Cardium Theresae von Nizza, während Spondylus cisalpinus, *(Brong.)* und gewisse Arten von Pecten ebenso häufig in den nummulitischen Gesteinen der nördlichen Alpen sind. Die Echinodermen dieser Gegend deuten gleichfalls auf über der Kreide liegende Gesteine; sie gehören fast ausschließlich den Geschlechtern Schizaster, Scutella, Echinolampas an, die man in der Kreide nicht kennt, die aber in den Nummuliten-Ablagerungen der Schweiz und Baierns vorkommen.

Auf einer Wanderung durch das Gebirgsland von Sette Communi sah ich die tiefsten Tertiär-Schichten mit Cerithium giganteum und mit Nummuliten gleichförmig ruhen auf leicht geneigten Schichten rother und weißer Kreide oder Scaglia, in einer Meereshöhe von 5000 Fuß. Man erkennt deutlich, wie die, Hebungen und Windungen bedingt habenden Mächte, welche die untere tertiäre Gruppe in auf dem Kopf stehenden Schichten auf das äußerste Gehänge der Kreide-Massen bei Bassano stürzten, Fragmente derselben auf gleiche Weise bei Gallio unweit Asiago auf die Oberfläche ähnlicher Gesteine brachten. An dem, östlich von Trient gelegenen Kalisberg erkannten L. v. Buch, Verneuil und ich die obersten, aus gelbem sandigem Kalkstein bestehenden Klippen als nummulitische Kalksteine, die auf jurassischen und Kreide-Ablagerungen ruhen.*) Wir sammelten in diesen Schichten unter andern Nerita conoidea und Voluta ambigua — im Pariser Grobkalk so häufig, — nebst Lucina Corbarica (*Leym.*) und einigen Echiniten-Arten, worunter Eupatagus ornatus *(Desor.)*, Echinolampas subsimilis (*Arch.*) und Pygorhynchus subcylindricus *(Ag.)*, beide zu Biaritz häufig, und Echinocyamus profundus *(Ag.)* der nummulitischen Gesteine in den Schweizer-Alpen. Bei Sardagna unfern Trient, auf dem andern Etsch-Ufer, bedecken die nummulitischen Gesteine — mit Echiniten, Pectiniten, Krustenthieren und dem bei Castel Gomberto so überaus häufigen Spondylus cisalpinus — den weißen Inoceramen-Kalkstein: wir haben demnach dieselbe Reihefolge wie bei Sonthofen und an so vielen anderen Orten in den nordwestlichen Alpen. Es kommen, nach Perini, die nämlichen Nummuliten-Schichten, am Pik des Monte Bondone in einer Meereshöhe von 7000 F. vor. Diese tertiären Ablagerungen, welche am südlichen Alpen-Gehänge niedrige Hügel bilden, und an einigen Orten (Bassano) in, die Kreide-Gesteine begrenzenden, vertikalen Wällen emporgerichtet sind, steigen an anderen Orten zu großen Höhen empor, wo sie gleiche Verhältnisse zu der Kreide-For-

*) Bei Menapace in Trient sahen wir den Inoceramus mytiolides und Terebratula subglobosa (Kreide-Petrefacten); sie kommen, wie der eifrige Sammler und Perini, der uns an Ort und Stelle begleitet hatte, versicherten, in den unmittelbar unter den Nummuliten-Schichten liegenden Gebilden vor.

mation zeigen, wie die Nummuliten- und Flysch-Gebilde in der Schweiz und in den südlichen Alpen.

Hinsichtlich der Ablagerungen, die im Vicentinischen und in den angrenzenden Gegenden die Kreide oder Scaglia bedecken, ist noch zu bemerken, daß sie bisweilen aus mehr oder weniger sandigen Schichten bestehen, wechsellagernd mit Mergeln und nach oben in Bänke eines grünlichen, kalkigen Sandsteins übergehend. An mehreren Orten findet sich in diesen Gesteinen Grünerde reichlich vertheilt, was namentlich bei Schio der Fall, wo die Schichten durch einen heraufgedrungenen Porphyr umgestürzt wurden; früher hielten manche Geologen die fraglichen Gebilde für secundäre oder für Grünsand der Kreide-Gruppe. Catullo wies neuerdings nach, welche bedeutende Ausdehnung die Formation im Friaul (Udine) erlangt. Sie wird besonders durch eine Pholadomya charakterisirt, kaum unterscheidbar von der P. margaritacea des London-Thones. *) Ich füge hier noch die Bemerkung bei, daß — was ich schon in meinem Aufsatze (1829) sagte — die höchsten Schichten der ganzen Reihe manche Subapenninen-Petrefacten enthalten, und daß die sie umschließenden Gesteine in enger Verbindung mit jenen stehen, die wir jetzt betrachten.

Der durch seine fossilen Fische so berühmte Monte Bolca unfern Verona gehört sicherlich der unteren tertiären Gruppe an. In Gesellschaft von C. Lyell untersuchte ich die Umgebungen desselben und des Monte Postale; die Schichten, welche die genannten Berge zusammensetzen, sind einfache Fortsetzungen der eocenen Ablagerungen im angrenzenden Vicentinischen. Mergelige, weiße und gelbliche Kalksteine, hie und da blau, grau oder braun gefleckt, erscheinen untergeordnet den Peperin-Massen, auch werden sie häufig von Gängen vulkanischer Felsgebilde durchsetzt, deren Schilderung wir Brongniart verdanken. Während letztere demnach als jünger angesehen werden müssen, dürfte der Peperin, wie ich glaube, als das Ergebniß submariner, vulkanischer Ausbrüche, die gleichzeitig mit der Ablagerung der Schichten statt hatte, betrachtet werden: die dabei herrschende Hitze führte den Tod vieler Fische herbei, gerade wie es in neuerer Zeit der Fall war, als sich an Siciliens Küste Graham's-Eiland aus den Tiefen erhob. Ungeachtet der durch vulkanische Gebilde verursachten Störungen kann man indessen doch beobachten, wie verschieden sich die sedimentäre Ablagerung — in petrographischer und petrefactologischer Beziehung — von der sie nördlich begrenzenden Scaglia oder Kreide zeigt. Braunkohle kommt unter ähnlichen Verhältnissen,

*) Leider habe ich das Verzeichniß der Versteinerungen aus diesem unteren tertiären Grünsand verlegt; es soll, außer Ostrea, noch eine eigenthümliche Gryphaea, der G. columba (*Brong.*) von Montecchio Maggiore ähnlich, vorkommen.

wie wir sie früher kennen lernten (in Savoyen und der Schweiz, im Val d'Agno und am Monte Viale im Vicentinischen), vor; aber die Pflanzen-Reste — unter diesen Dicotyledonen, Palmen, Kokosnüsse u. s. w. — gehören nach Unger's Ausspruch der eocenen Epoche an.*) Nummuliten finden sich zwischen den oberen und unteren, Fisch-Reste enthaltenden Steinbrüchen; ich sammelte N. globulus und N. millecaput; zugleich mit denselben erscheint das Geschlecht Alveolina. Peperin-Bänke (hie und da gleichfalls Nummuliten enthaltend) bilden die Gipfel des Monte Bolca und bedecken den gestörten, nach verschiedenen Richtungen geneigten Kalkstein; in dem Kalksteine des Monte Bolca und in jenem des nachbarlichen Monte Postale kommen indeß ächte tertiäre Petrefacten vor. Ich nenne Natica, Fusus, Buccinum Ostrea, Avicula, Terebratula (der T. personata des London-Thones ähnlich). Ueber das Alter der Ablagerung kann demnach kein Zweifel mehr herrschen; nehmen wir aber erst die fossilen Fische zur Hülfe, so reden solche eben so entschieden für unsere Ansicht, wie die von Glarus. Allerdings gehören von den hundert und drei und dreißig durch Agassiz aufgezählten und beschriebenen viele unbekannten und eigenthümlichen Arten an, aber wie bei Glarus ist die vorherrschende Zahl der Geschlechter in secundären Felsmassen unbekannt, und wird noch lebend in unseren Meeren gefunden, nämlich Fistularia, Vomer, Torpedo, Lophius, Diodon, Rhombus, Clupaea und Anguilla. Die Gegenwart von Häring- und Aal-artigen Fischen spricht allein für den Schluß, daß die Ablagerungen am Monte Bolca — gleich den anderen nummulitischen Gesteinen der Alpen — gänzlich von der Kreide getrennt, und als untere tertiäre Gebilde betrachtet werden müssen. Schon die von Agassiz mitgetheilten Verzeichnisse haben wohl viele Geologen zu solcher Ansicht bestimmt; er hatte übrigens kluger Weise die Fische-führenden Schichten am Monte Bolca zugleich mit denen vom Libanon als eine besondere Gruppe, zwischen die Kreide- und Tertiär-Formation gestellt. Ich hoffe, man wird nun zu der alten Ansicht von Fortis zurückkehren und die Ablagerungen am Monte Bolca als untere tertiäre betrachten.

Ehe ich mich einem andern Gegenstande zuwende, seien mir noch einige Vergleichungen der eocenen Gebilde im Vicentinischen und Veronesischen mit den nummulitischen Gesteinen der Schweiz, Savoyens und Baierns erlaubt. Wir stoßen hier auf so große Aehnlichkeiten, als man sie nur von Ablagerungen gleichen Alters, aber verschiedener Zusammensetzung erwarten kann, die in gewisser Entfernung von einander auftreten. Allenthalben wird in dem genannten Landstrich der wahre Aequivalent der Kreide durch Kalksteine bedeckt, in welchen einige der nämlichen Nummuliten-Arten erscheinen, und auf

*) *Ad. Brongniart*, Mém. du Mus. d'hist. nat. vol. VIII. pg. 343.

die wieder Schichten mit denselben fossilen Resten folgen. Der auffallendste Parallelismus wird bedingt durch die Häufigkeit von Echinodermen, gänzlich verschieden von denen der vorhergehenden Aera. Demnach können die Ablagerungen südlich und nördlich von den Alpengehängen mit Sicherheit, ihren Versteinerungen gemäß, und da sie auf Gebilden mit Kreide-Petrefacten ruhen, als untere tertiäre angesehen werden.

Für was wollen wir auch die Nummuliten-Ablagerungen — sei es in den Schweizer Alpen oder im Vicentinischen — anderes halten, als für eocene? Jene Geologen, welche den durch die fossilen Reste gebotenen Beweisen keinen Glauben schenken, mögen die große, gleichförmige, zusammenhängende Reihe von Schichten ins Auge fassen, deren Ablagerung deutlich nach Anhäufung der Kalksteine mit Kreide-Petrefacten statt fand, die vereinte Gruppe von Nummuliten-Kalkstein und Flysch in den Schweizer Alpen, die Nummuliten- und Muscheln-führenden Ablagerungen im Vicentinischen müssen uns mehr als irgend eine der sogenannten eocenen Gebilde im nördlichen Europa als ehrwürdige Monumente einer längst dahin geschwundenen Zeit gelten! Und läßt sich eine reichlichere Entwickelung der eocenen Gruppe im südlichen Europa nicht gut mit den von Geologen geschilderten Thatsachen reimen? Im nördlichen Europa sehen wir gar häufig einen „Hiatus" zwischen der Oberfläche der Kreide und den untersten eocenen Schichten — wahrscheinlich hervorgerufen durch mächtige Störungen in jener Epoche. Stürmische Wogen haben an unzähligen Orten die Oberfläche der Kreide-Bänke zertrümmert, ganze Schichten mit sich hinweggeführt, bevor die tertiären Gebilde sich auf ihnen absetzen konnten. Ganz anders verhält es sich in der Schweiz. Dort, wo während der beiden Perioden submarine Ablagerungen statt hatten, sehen wir auch (wo spätere Störungen uns nicht hemmend entgegentreten), eine größere Schichten-Reihe. Die ungeheuren Flysch-Massen, welche die Zone mit Nummuliten und anderen Petrefacten bedeckt, in welchen wir nur wenige fossile Reste, Fucoiden, einige Zähne und Gräten von Fischen, hie und da eine Muschel-Schale entdecken, läßt uns schließen, daß wegen der so innigen Verbindung dieser Gesteine mit den Nummuliten sie aus einem tiefen Meere in jener Aera abgelagert wurden, in welcher thierisches Leben nur schwach vertreten war. Indeß ist zu bemerken, daß die wohl erhaltenen Fisch-Reste der Schiefer von Glarus — die in einer der tiefsten Bänke des Flysch vorkommen — gewichtige Zeugen sind, und nicht weniger ihre Begleiter, die Ueberbleibsel eines Vogels und einer Schildkröte. Noch mehr sprechen zu Gunsten unserer Behauptung die Fische vom Monte Bolca, ihre Lage und ihr Zusammensein mit Nummuliten. Die Fucoiden dieser Ablagerung sind, geologisch betrachtet, von geringer Bedeutung. Obwohl sie in der Schweiz und in den bairischen Alpen die obere Abtheilung

der Gruppe, welche uns beschäftigt, bezeichnen, finden sich dennoch ähnliche Formen in den italienischen Alpen in der grauen oder unteren Kreide, unterhalb der rothen Scaglia. Und dies ist es gerade, was wir wünschen. Denn ist es nicht ein ewig waltendes Gesetz in der Vertheilung organischer Reste, daß je höher die Organisation, desto bestimmter der stratigraphische Horizont ist? Vegetabilien von einer so niedrigen Classe, wie die Fucoiden, so geeignet, physischen Veränderungen zu trotzen, mögen jene großartigen Veränderungen an der Erdoberfläche überdauert haben, die so manches Thierleben endigten!

Man könnte mir den Einwurf machen: der Flysch der nordwestlichen und österreichischen Alpen sey nicht so deutlich in derselben petrographischen Beschaffenheit an den Gehängen der südlichen und venetianischen Alpen entwickelt. Aber die gelben und grünen Sandsteine, die Schichten von Mergel und schieferigem Kalkstein, welche die Nummuliten-Zone begleiten, mögen als Repräsentanten des nordalpinischen Flysch gelten. Allein auf die Identität dieser Gesteine hin, auf die Voraussetzung, daß der italienische (obere) Macigno und der Flysch der Schweiz eine gleiche Stelle einnehmen, hat Studer den letzteren neuerdings „alpinischer Macigno“ genannt. Wenn von den Karpathen und Apenninen die Rede ist, werden wir sehen, bis auf eine wie geringe Ausdehnung der „Karpathen-Sandstein“ und der italienische Macigno mit dem nummulitischen oder unteren tertiären Flysch identificirt werden können; in beiden Gegenden ist der nämliche petrographische Typus gewisser Sandsteine mächtigen Reihen von Schichten eigen, die theils obere secundäre, theils untere tertiäre Gebilde sind.

Ueber die jüngeren tertiären Gesteine der Alpen und bis zu welcher Ausdehnung sie die miocenen und pliocenen Gebilde vertreten.

Allenthalben in den nördlichen Alpen stoßen wir auf unverkennbare Spuren eines Zwischenraumes zwischen den jüngsten Schichten, der eocenen Gruppe und den zunächst darauf folgenden Schichten, die Jedermann als tertiäre erkannt hat. Zu der großen Gleichförmigkeit, welche sich in der Lagerung tertiärer Gebilde an den Gehängen der venetianischen Alpen um Bassano zeigt, bieten die gestörten Verhältnisse am nördlichen Ende der Alpen einen schroffen Gegensatz. Es unterliegt keinem Zweifel, daß zwischen dem oberen Theil des Flysches und dem unteren Theil irgend einer darauf folgenden Tertiär-Formation sich so beträchtliche Störungen wahrnehmen lassen, daß der Mangel der obersten eocenen oder untersten miocenen Schichten nicht schwer zu erklären ist. Studer, der seine gründlichen Forschungen seit geraumer Zeit auf die Molasse und Nagelflue seines Heimathlandes ausdehnt, suchte bis jetzt vergebens nach einem Profil, das eine physische Verbindung

zwischen diesen Gebilden und der oberen Abtheilung der uns beschäftigenden Gesteine ermitteln ließ. Molasse und Nagelflue sind unter den verschiedensten Winkeln aufgerichtet (die Schichten derselben stehen oft auf dem Kopf) und zwar in einer, dem Streichen der früher vorhandenen Felsmassen parallelen Richtung, nämlich von W.-S.-W. nach O.-N.-O. Die Art und Weise, auf welche manche der tertiären Conglomerate und die Molasse an die Gehänge der Gebirgskette gelangten, soll betrachtet werden, wenn wir zu ermitteln versucht haben, ob die fossilen Reste keinen Aufschluß über das wahre Alter dieser Ablagerungen gewähren.

In Steyermark*) gibt es eine ansteigende Reihe von einer Basis mit Conglomeraten, das Ganze ruht auf älteren Gesteinen und fällt unter jüngeren Gesteinen der angrenzenden Niederungen ein. Aber gegen das nördliche Gehänge der Alpen hin, zumal in der Schweiz und in Baiern, treten andere physische Verhältnisse ein. Hinsichtlich der Schweiz muß ich auf das wohlbekannte und gediegene Werk Studer's über die Molasse und auf Escher's neuere Forschungen verweisen.**) Wir lernen die mannigfachen Störungen, welche dies Gebilde beträfen, so wie die verschiedene petrographische Beschaffenheit desselben kennen. In den gigantischen Ablagerungen des Rigi finden sich Granit- und Porphyr-Geschiebe und die Gesteine, von welchen sie stammen, haben die Geologen bis jetzt vergeblich in

---

*) Dem Bericht über die tertiären Ablagerungen in Steiermark, den Sedgwick und ich einst erstatteten [Trans. of the Geol. Soc. of Lond. vol. III. 2nd. ser. pag. 382.], folgte unlängst eine umfassende Schilderung der fossilen Pflanzen von Unger in Grätz. [Jahrb. f. Min., Jahrg. 1841, S. 505.] Er zählt beinahe 150 Arten aus einer Braunkohlen-Ablagerung auf, die sämmtlich nicht mehr vorhanden sind. Außer vielen Dicotyledonen von in Europa häufigen Geschlechtern finden sich andere Geschlechter, die an ein so warmes Klima wie im südlichen Amerika, während noch andere an die Flora der Vereinigten Staaten und des Tafellandes von Mexico erinnern. Unger glaubt im Allgemeinen, daß diese Pflanzen einem mittelländischen Klima und dem miocenen Alter angehören.

**) Vergl. Escher's Bericht über die Molasse der östlichen Alpen in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Nro. 7, Mai 1847. Escher bemerkt, daß — wiewohl eine beträchtliche Ablagerung von Meeres-Molasse (nicht weniger als 1000 Fuß mächtig bei Bern) zwischen der oberen und unteren Süßwasser-Molasse und Nagelflue erscheine — ihm durchaus kein, auf zoologische Beweise gegründeter Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Gliedern der großen Reihe bekannt sei. Ein warmes Klima, dem Wachsthum von Palmen und großer Cycadeen günstig, scheint während der ganzen Molasse-Periode geherrscht zu haben; die Arten von Helix, Lymnea, Planorbis, Melania scheinen dieselben in den Schichten unter- und oberhalb der Meeres-Molasse.

den Alpen gesucht.*) Es ist klar, daß die Hauptmassen zu solchem Material von dem wohlbekannten, angrenzenden Rücken secundären Kalksteines stammt; so wie von einer beträchtlichen Menge Flysch, welches Gebilde auch eine hinreichende Quantität zu dem sandig-kalkigen Muttergestein der Nagelflue lieferte. Escher hat nachgewiesen, daß das große System der Nagelflue und Molasse in drei Zonen zerfällt. Die tiefste, sichtbare Abtheilung der untersten Zone ist längs einer großen axialen Linie entblößt, die von Rheineck im N.-O. über Herisau, Wattenweil, Jonen östlich von Rapperswil nach dem östlichen Ufer des Züricher Sees und nach Hutten in S.-W. geht. Von da zieht sie sich zwischen den Seen von Egeri und Zug nördlich von Luzern, von wo sie wohl weiter nach S.-W., gegen das westliche Ende des Thuner Sees verfolgt werden kann. Längs dieser Linie erscheint der Molasse-Sandstein in vertikaler oder sehr geneigter Lage, über ihm Conglomerate von beträchtlicher Mächtigkeit. Werden die Massen von Nagelflue, welche den Rigi und den noch höheren Speer unsern Wesen zusammensetzen, in eine Gruppe vereint, so muß deren Mächtigkeit eine ungeheuere seyn, und mindestens 6000 bis 8000 Fuß betragen. Die Axial-Linie streicht von W.-S.-W. nach O.-N.-O. und ist vollkommen parallel mit dem großen Streifen von Kreide-Gebilden, von Nummuliten und Flysch, die ich schilderte, und zu welchen den Nagelflue- und Molasse-Schichten eine gänzlich abweichende Lagerung eigen. Es hört diese Hebungs-Linie keineswegs am östlichen Ende der Schweiz auf. Sie setzt — wie schon gesagt — in gleicher Richtung von Bregenz bis nach Immenstadt in Baiern fort; ihre Wirkungen zeigen sich an den oft auf dem Kopf stehenden nach Norden und Süden einfallenden Tertiär-Schichten. In einigen Gebilden gleichen Alters in Baiern fanden Sedgwick und ich Süßwasser-Muscheln, nämlich Cyclades und Potamides, zugleich mit Meeres-Muscheln. Im Allgemeinen entdeckten wir aber so wenige fossile Reste in diesen mächtigen Anhäufungen, daß wir, sie mit der Molasse und Nagelflue der Schweiz verbindend, damals bemerkten, daß, zu welchen Schlüssen Studer und andere Geologen auch hinsichtlich der Schweizer Formationen gelangen möchten, sie auf einen Theil der baierischen Ablagerungen ausgedehnt werden könnten. In der sogenannten unteren Gruppe, die hauptsächlich im Kanton St. Gallen erscheint, hat man bis jetzt nur Braunkohle mit Landpflanzen, einige Land- oder Flußmuscheln nebst Knochen ausgestorbener Vierfüßler gefunden; Escher betrachtet sie demnach mit vollem Recht als eine Süßwasser-Formation.

*) Studer sagt in einem Briefe an mich, er glaube, daß die Granit-Fragmente von einer Masse stammen, die längs der großen Hebungslinie zwischen der Molasse und der Gebirgskette hervorgetrieben und später wieder von den mächtigen Ablagerungen der Nagelflue bedeckt wurde.

Welches aber auch die Mächtigkeit dieser untern (aus süßem und salzigem Wasser abgesetzten) Abtheilung der Reihe sey, sie wird von Sandstein, Molasse und Mergeln von beträchtlicher Mächtigkeit bedeckt, welche zahlreiche Reste von Meeresbewohnern enthalten. Ich erhielt eine große Sammlung von Professor Deicke aus St. Gallen, und untersuchte gemeinschaftlich mit diesem und mit Brunner die Versteinerungen-führenden Schichten. Sie bestehen vorzugsweise aus sandigen, glimmerigen blauen Mergeln, wechsellagernd mit Sandsteinen, und zwischen Conglomerat-Bänken auftretend. Unter den charakteristischen Petrefacten von St. Gallen nenne ich: Solen vagina (*Linn.*), Panopaea Faujasi (*Menard*), Cardium multicostatum (*Broc.*), Venerupis eremita (Venus *Broc.*), Venericardia Jouanetti? (*Desh.*), Pinna nobilis (*Broc.*), Pecten scabrellus und P. latissimus (*Broc.*), Conus turricula (*Broc.*), nebst anderen Arten dieses Geschlechtes, Turritella terebra (*Broc.*), T. vermicularis, Pyrula reticulata (*Lam.*), Natica canrena, (Nerita *Broc.*), Phorus agglutinans (*Lam.*), nebst Arten der Geschlechter Pholas, Venus, Cardium, Dentalium, Serpula, Balanus u. s. w.*) Die Profile bei St. Gallen zeigen Schichten mit Meeres-Muscheln zwischen Süßwasser-Ablagerungen, welche Melania Escheri (*Merian*) und Planorbis hispidus, Pupa, Melanopsis, Potamides und außerdem kleine Parthieen von Braunkohle enthalten.

Das, obwohl unvollständige Verzeichniß der Muscheln von St. Gallen wird wohl genügen, um darzuthun, daß die dortigen Schichten ungefähr gleichen Alters mit den blauen subapenninischen Mergeln Italiens sind, also ältere pliocene. Die Meeres-Muscheln-führenden Schichten der Molasse im Kanton Bern — obschon niedrig in der Reihe — verweist Studer in die nämliche Gruppe. Wenn auch die Petrefacten weder so zahlreich, noch so wohlerhalten, wie bei St. Gallen sind, so spricht doch die Gegenwart von Panopaea Faujasii, Pecten laticostatus, (*Brod.*), Cyprina Islandica, Tellina tumida (*Brong.*) — sämmtlich charakteristische Arten der Subapenninen-Ablagerungen — sehr zu seinen Gunsten. In Bern, wie in St. Gallen und in Zürich bedecken die fraglichen Meeres-Ablagerungen — nach Studer — weit ausgebreitete Süßwasser-Gebilde.

Im Kanton Waadt, wo Ueberbleibsel von Schildkröten, Krokodilen und ausgestorbenen Vierfüßlern vorkommen, lassen sich Schichtenfolge und gegenseitige Verhältnisse nur schwer ermitteln, namentlich in den wellenförmigen Regionen zwischen den Seen von Neufchatel und Genf. Beachtung verdient der Umstand, daß in den Umgebungen von Vevey, wo allenthalben Molasse

*) Ob die Versteinerungen von St. Gallen ältere pliocene oder jüngere miocene zu nennen seien, ziehe ich hier nicht in Betracht; ich mache nur auf die zahlreichen Meeresbewohner aufmerksam.

und Nagelflue herrſchen, keine Reſte von Meeresthieren bis jetzt gefunden wurden; das einzige Petrefact, Palmacites, hat Collon entdeckt.*) Die tertiären Conglomerate und die Molaſſe zeigen vielfache Störungen und ein umgekehrtes Einfallen; ſie ſcheinen die angrenzenden ſekundären Gebilde zu unterteufen, obwohl ſie mit Oxford-Schichten in Berührung treten. In den Umgebungen von Chambery läßt ſich recht deutlich ſehen, wie Meeres-Ablagerungen die Süßwaſſer-Conglomerate bedecken. Ich wurde von Chamouſſet zu Profilen geleitet, wo ein aus dem Gruß des angrenzenden Neocomien-Kalkſteines hervorgegangenes Conglomerat Süßwaſſer-Muſcheln und Braunkohle führt. In einer Gegend, wo alle Zwiſchenbildungen, welche den Gault, den obern Grünſand, die Kreide-, Nummuliten- und Flyſch-Maſſen vertreten, fehlen, ruhen die Süßwaſſer-Ablagerungen unmittelbar auf ſekundärem Neocomien-Kalkſtein, aus dem ſie ſelbſt entſtanden, und gehen nach oben in Meeres-Molaſſe über.

Die untere Süßwaſſer-Ablagerung in Savoyen hat eine Mächtigkeit von 1000 Fuß. Ihre tiefſten Schichten beſtehen aus Kalkſtein-Conglomeraten, dann folgen rothe, grüngefleckte Mergel, mit Zwiſchen-Lagen von Gyps. Dieſe bedecken andere kalkige Conglomerat-Bänke, mit untergeordneten Streifen mergeligen Kalkſteines mit Süßwaſſer-Muſcheln. Auf den letzteren ruhen mergelige Sand-Schichten, die ſich dem Charakter der Molaſſe nähern und endlich förmlich in wahre Meeres-Molaſſe übergehen.

Die Meeres-Molaſſe der Kantone von St. Gallen und von Zürich fällt nach N.-W. ein und wird von beträchtlichen Ablagerungen bedeckt, welche die obere Nagelflue zuſammenſetzen; nur Land- oder Süßwaſſer-Muſcheln wurden bis jetzt in derſelben gefunden, Arten der Geſchlechter Melania, Helix, Planorbis, Lymnea, nicht zu unterſcheiden von den unterhalb der Meeres-Abſätze, in der Nagelflue und Molaſſe vorkommenden. In einer Abtheilung dieſes oberen Gliedes der Nagelflue hat man bei Käpfnach und am Albis-Berg bei Zürich Süßwaſſer-Schichten entdeckt, welche Helix und Saamen von Chara enthalten, ſo wie Gebeine von Mastodon angustidens, Palaeomeryx, Orygotherium Escheri, Chalicomys Jägeri, Cervus lunatus, Hyotherium medium, Rhinoceros Schinzii, ſämmtlich durch H. v. Meyer geſchilderte Arten. Man hat auch in den nämlichen Schichten Blätter von Acer und von Palmen-artigen Gewächſen gefunden. **) Molaſſe und

*) Collon in Lauſanne beſitzt eine reiche Sammlung foſſiler Reſte aus dem Waadtland. Er glaubt, daß die einzelnen Ablagerungen von verſchiedenem Alter ſind je nach ihrer Nähe oder Entfernung von der Gebirgskette, von welcher ſie durch Strömungen der Bucht zugeführt wurden.

**) Mastodon angustidens iſt nicht ſelten (Buchberg, Elgg u. ſ. w.); Rhinoceros incisivus kommt bei Elg vor, Rhinoceros Schinzii *(H. v. Meyer)* in der

Nagelflue treten in noch viel höheren Regionen auf, namentlich an den Gipfeln der Berge um Zürich, wo sich die Conglomerat-Bänke voll Höhlungen zeigen, weßhalb der Name „löcherige Nagelflue;" charakteristische fossile Reste finden sich aber keine in ihr.

Verfolgt man die Oberfläche der mächtigen Ablagerungen von ihrer gestörten und geneigten Lage an den Alpen-Gehängen zu der großen Mulde, die sich gegen den Jura ausdehnt, so gewinnen die Schichten mehr und mehr eine horizontale Lage, doch läßt sich stets die nämliche Schichtenfolge beobachten. Allenthalben, und zumal bei Baden in der Schweiz, sehen wir Mergel und Sandsteine mit derselben Gruppe von Subapenninen-Petrefacten von Süßwasser-Nagelflue bedeckt. *)

Die vegetabilischen Ueberbleibsel in der Molasse deuten alle auf ein warmes oder mittelländisches Klima hin und gehören sämmtlich ausgestorbenen Arten an. Wir wollen uns deren Betrachtung zuwenden.

Süßwasser-Ablagerungen von Oeningen.

Verfolgt man die obersten Schichten der Nagelflue und Molasse von den Bergen, welche die Kette des Sentis begrenzen, nach dem Tieflande, welches sich zwischen dem Züricher See, dem Bodensee und dem Rhein ausdehnt, welches — wo es durch Versteinerungen und Braunkohle charakterisirt wird — wohl als ein, von einem hereingedrungenen Meeresarm abgesetztes Gebilde betrachtet werden kann, so findet sich auf dem rechten Rheinufer, zwischen Konstanz und Schaffhausen die berühmte Süßwasser-Ablagerung, die ich nun zum dritten Male besuchte und, wie schon früher, als in einer Vertiefung der früher vorhandenen Molasse oder Nagelflue gebildet, ansehe. Als ich zum letztenmale an Ort und Stelle war, drängte mich besonders der Wunsch zu erfahren, ob neue Entdeckungen im Gebiete der fossilen Fauna und Flora größere Aufschlüsse über das Alter der fraglichen Ablagerung

---

Nagelflue bei Bollingen, ferner am Fuß des Albis zugleich mit Unio Escheri und ausgestorbenen Arten von Paludina, Melania u. s. w. Bei Winterthur finden sich Molasse-Petrefacten, darunter Schildkröten. Die obere Molasse-Gruppe mit Säugethier-Resten ist deutlich von dem älteren Alluvium jener Gegenden geschieden, wie z. B. bei Uznach, wo Elephas primigenius zugleich mit Land- und Süßwasser-Muscheln getroffen wird.

*) Ueber die bei Baden vorkommenden Petrefacten vergl. die treffliche Monographie von Mousson in Zürich: „Geologische Skizze der Umgebungen von Baden im Canton Aargau"; Zürich, 1840. Der Leser kann sich ausführlich über das Auftreten von Jura- und anderen Gebilden unterrichten, die ihren fossilen Resten gemäß, große Analogieen mit den oolithischen Ablagerungen Englands zeigen.

gewährten. *) Ich darf wohl sagen, daß meine früher ausgesprochene Behauptung durch Studer, Escher und andere Schweizer Geologen unterstützt wird, nämlich: daß die Süßwasser-Sandsteine, Mergel und Kalksteine jünger als die Hauptmassen der Molasse und Nagelflue der Schweiz sind.

Der Raum, über welchen die sandigen Mergel und Kalksteine dieser Ablagerung sich ausdehnen, beschränkt sich nicht allein auf jene Strecken, wo Steinbrüche angelegt und die zahlreichen Petrefacten entdeckt wurden; er hat eine verlängerte elliptische Form und zieht sich am Rhein hin von Berlingen auf dem rechten, nach Wangen und Oeningen bei Stein auf dem linken Ufer, eine Entfernung von zehn Meilen aus Osten nach Westen. Man muß dies schließen, weil Süßwasser-Muscheln in dem weichen Sandstein von Berlingen gefunden wurden, welchem Gebilde die nämlichen Charactere eignen, wie dem von Oeningen. Es dürften die Ablagerungen einen nicht unbedeutenden Raum in dem breiten, jetzt vom Rhein und Untersee erfüllten Thale eingenommen haben, so daß deren frühere Grenzen nach O. und N.-O. schwer zu bestimmen sind. **) Gegen S.-W. und N.-W. wird eine natürliche Grenze gebildet durch die Hügel der früher vorhandenen Nagelflue, deren Gipfel mit erratischen Blöcken bedeckt sind. Niemand wird diese unzerstörbaren Nagelflue-Felsen, von welchen Schloß Hohenklingen auf Stein herabschaut, besteigen, ohne auf den Gedanken zu kommen, daß die Felsmassen einst die Grenze des Sees ausmachten. Die tiefsten Schichten des Oeninger Beckens — wie sie z. B. in der Schlucht zwischen Stein und Wangen zu Tage gehen — bestehen aus losen, glimmerigen, lichtgrauen Sandsteinen, hie und da kleine Concretionen umschließend. Es ist eine regenerirte Molasse, hervorgegangen aus der härteren, dunkelgrauen, oft als Baustein benutzten Molasse, welcher sie so ähnlich sieht, wie der Sand am Ufer eines Sees den Sandstein-Klippen, von welchen er ursprünglich stammt; also der nämliche weiche Sandstein, der bei Berlingen, zwischen Constanz und Stockhorn vorkommt, und Süßwasser-Muscheln umschließt.

*) Ich ward bei diesem Besuche von Brunner begleitet. Meiner früheren Schilderung von Oeningen [Trans. of the Geol. Soc. 2nd. ser. vol. III. pg. 277.] war ein Profil beigefügt, worauf die Molasse und Nagelflue in geneigter Lage angedeutet wurden, obwohl mir damals bekannt war, daß in der ganzen Gegend keine geneigten Schichten vorkommen. Es sollten diese Linien nur meine Vermuthung ausdrücken, daß solche Gesteine, denen in den nachbarlichen Landstrichen eine so geneigte Lage eigen, höheren Alters seien, als die Mergel und Kalksteine von Oeningen. Vergl. den von Escher von der Linth erstatteten Bericht, H. v. Meyer's Palaeologica, und meine eigenen Beobachtungen.

**) Nach Escher dehnen sich die Süßwasser-Ablagerungen vom Schiener Berg bis in das Aach-Thal aus.

Von Wangen gegen die Steinbrüche hinan sind die Sandsteine in bedeutender Mächtigkeit entwickelt; am Gipfel enthalten sie Zwischenlager von Mergel und Kalkstein. Es wechseln Schichten der regenerirten, lichtegrauen, glimmerigen und kalkigen Molasse mit dünn geschichtetem, dunkelgrauem Mergel und bituminösem Kalkstein. Obgleich ohne großen Zusammenhang, hie und da zertrümmert, neigen sich die Schichten (deren oberer Theil etwas eisenreich) sanft nach W. oder vom Rheinthal ab, und unterteufen auf solche Weise alle Kalksteine und Mergel des Plateaus. Unter den aufgefundenen Petrefacten muß Palaeomerix *(H. v. Meyer)* genannt werden, nebst Schildkröten-Resten; indeß sind — wegen der Unregelmäßigkeit in der Schichten-Zusammensetzung — die Petrefacten weder so häufig noch so wohl erhalten, wie in den höheren Steinbrüchen.

Auf der leicht geneigten Fläche des Plateaus, oberhalb des unteren Steinbruches, liegen — ungefähr drei Viertel-Meilen von den letzteren entfernt, in dem oberen Steinbruch*) folgende Schichten (in absteigender Ordnung) auf einander:

	Fuß	Zoll.
Weiche, zersetzte blaugraue und weiße Mergel (deren man sich als Ziegelerde bedient; die untere Abtheilung besteht aus zwei bis acht Zoll mächtigen Mergel-Lagen mit Quarz-Theilchen	20	0
Weiche Schichten, in denen ein Mastodon-Zahn gefunden wurde . . .	1	6
An Fisch-Resten reiche Mergel	0	2
Insecten enthaltende dünne Mergel-Lagen	0	2
„Kleine und große Moden," Kalksteine mit wenigen Fischen	4	0
„Salamander-Platten," in welchen die Andrias Scheuchzeri gefunden wurde, Fische sind selten	0	5
„Schildkröten-Schichten," in denen die Chelydra Murchisoni *(Bell)* entdeckt wurde	0	6
Schiefer oder Mergel	1	0
„Diehlstein," so genannt, weil die Schichten sich in lange, dünne Platten spalten	1	0
„Fuchs-Schichten," mergeliger Kalkstein in dem Galecynus Oeningensis gefunden wurde	0	4
Fisch-Schichten, in welchen Reste von Fischen, Fröschen und mehreren kleinen Vierfüßlern gefunden wurden	0	6
„Kessel-Stein," tiefste Schichten des Steinbruches, in denen Pflanzen-Reste und Süßwasser-Muscheln, Anodonta, vorkommen	1	2

Die Ablagerung von Oeningen, hoch stehend in der geologischen Reihe und später gebildet als die, gewisse ausgestorbene Meeres-Muscheln füh-

*) Bei meinem letzten Besuche war ich so glücklich, den damaligen Eigenthümer des Steinbruchs Barth anzutreffen, dem ich auch die gegebene Schichtenfolge verdanke. Er beschäftigt sich gänzlich mit Aufsuchung der selteneren fossilen Reste, die zum Verkauf angeboten werden. Eine ungemein reiche Sammlung der Oeninger Petrefacten besitzt Seyfried in Constanz, wo ich unter anderen kürzlich entdeckten Resten fünf ausge-

renden Meeres-Schichten von St. Gallen und Baden, können indeſſen doch nicht, wie ich ſchon früher vermuthete, als ein verknüpfendes Band zwiſchen jetziger und dahingeſchwundener Natur gelten. Seltſame und bedeutende Veränderungen haben im Gegentheil ſeit Ablagerung des Gebildes ſtatt gefunden. Ich machte bereits aufmerkſam, bis zu welcher Tiefe das Rheinthal ausgeweitet wurde, wie ſich ſpäter Driſt, erratiſche Blöcke und Löß ablagerten. Was ich damals durch Selbſtanſchauung oder durch Mittheilungen anderer Naturforſcher hinſichtlich der Reſte von Thieren, (es ſeien nun Vierfüßler, Fiſche, Muſcheln oder Inſecten) oder von Pflanzen ermitteln konnte, leitete mich auf den Schluß: daß dieſelben noch vorhandenen Formen ſehr nahe ſtehen, von manchen nicht zu unterſcheiden ſeyen.

Genauere Unterſuchungen haben zu anderen Folgerungen geführt. Unter den zahlreichen, wohl erhaltenen Petrefacten iſt nicht eines, das genau mit einer jetzt lebenden Art identificirt werden könnte. Die größte Analogie waltet zwiſchen der Art und Weiſe, wie Thiere und Pflanzen im Schlamm des früheren Sees begraben worden, und wie ſie jetzt noch vorhanden. So kommen z. B. die foſſilen Inſecten Blatta und Nepa zugleich mit foſſilen Reſten eines Baumes vor, auf dem ſie jetzt noch leben — aber die Arten ſind verſchieden von den noch vorhandenen. Ich verweiſe in dieſer Hinſicht auf die Mittheilungen Heer's. Dieſer eifrige Naturforſcher verſicherte mich, daß er von 120 Arten von Coleoptera, von 40 Arten von Neuroptera und von 80 Arten von Hymenoptera — 60 des letzteren gehören zu Formica — nach den ſorgfältigſten microſcopiſchen Unterſuchungen auch nicht die Eine Form habe auffinden können, völlig identiſch einer noch lebenden auf der Erde. Allerdings nähern ſich manche Arten gegenwärtig in Amerika und im Mittelmeer vorhandenen (namentlich Algeria); einige Geſchlechter — wenigſtens ſechs — ſind ganz neu.*)

Aehnliche Anſichten hegt Agaſſiz in Betreff der Oeninger Fiſche, und ebenſo verhält es ſich mit den vielen Vierfüßlern, die wir durch die Arbeiten von H. v. Meyer kennen lernten, oder mit dem von Owen als Galecynus Oeningensis bezeichneten Thiere, dem „foſſilen Fuchs" von Oeningen. Selbſt auf die Pflanzen-Reſte können dieſe Geſetze ausgedehnt

---

zeichnete Exemplare von Andrias Scheuchzeri, (Homo diluvii testis) ſah, ferner Lagomys Oeningensis, Chelydra Murchisoni, und eine noch unbeſchriebene Schildkröten-Art; unter den zahlreichen, wohlerhaltenen Fiſchen ſah ich einen drei Fuß langen Aal Coluber Owenii, auch einen Zahn von Mastodon angustidens u. ſ. w.

*) Heer's Monographie der foſſilen Inſecten von Oeningen wird ſicherlich von Entomologen und Geologen freudig aufgenommen werden, da ſie zu ſo intereſſanten Vergleichungen Veranlaſſung gibt. In einem ſpäteren Werk will Heer die foſſilen Inſecten von Aix in Provence ſchildern.

werden, und wenn auch Göppert bemerkt, er finde in einem Falle keinen Unterſchied zwiſchen dem foſſilen Zapfen einer Tanne von Oeningen und jenem einer noch vorhandenen Pinus sylvestris, ſo fehlen doch hinreichende Beweiſe, um darzuthun, daß es nicht eine ausgeſtorbene Art iſt.

Welche Stelle ſollen wir nun auf dem Land abgeſetzten tertiären Schichten anweiſen im Verhältniß zu jenen, die ſich aus dem Meere ablagerten? In letzteren, in der Schweizer Meeres-Molaſſe, finden wir Schichten, früher gebildet als die Oeninger Geſteine, Muſcheln der Subapenninen-Aera enthaltend, von denen ohne Zweifel noch manche in unſerem Meere leben,*) während Land- und Flußbewohner, einer ſpäteren Epoche angehörig, ſich gänzlich verſchieden zeigen von den noch vorhandenen. Betrachtet man die Molaſſe und Nagelflue als ein Ganzes, ſo lehrt uns die Erfahrung, daß die Formation an vielen Orten völlig Flüſſen oder Seen ihre Entſtehung verdankt, während an anderen Stellen, wie in den Umgebungen von Bern und St. Gallen, ſich mächtige Bänke von in Meeres-Buchten gebildeten Maſſen ablagerten. Faſſen wir das Ganze als eine verbundene Reihe zuſammen, und geben zu, daß in den tiefſten wie in den höchſten Schichten, ja ſelbſt in der regenerirten Molaſſe und in den Mergeln von Oeningen die Reſte von Landbewohnern ausgeſtorbenen Arten angehören, ſo bleibt uns dennoch die merkwürdige Thatſache, daß in den untergeordneten Meeres-Abſätzen Muſcheln, noch lebenden Arten angehörig, vorkommen.

Es haben ſo verſchiedenartige Beweiſe hinſichtlich des Alters der fraglichen Ablagerung die mannigfachſten Meinungen erregt. H. v. Meyer, nach den Vertebraten urtheilend, die in den älteren Süßwaſſer-Gebilden am Rhein und in anderen Gegenden Deutſchlands gefunden werden, wo Meeresthier-Reſte fehlen, würde ſolche als eocene bezeichnen, welche andere Geologen miocene nennen; er hat für miocene die Gebilde von Oeningen mit ihren, ausgeſtorbenen Arten angehörigen Reſten erklärt, welche jedoch nach Ablagerung der Schichten entſtanden, in welchen pliocene und lebende Meeres-Muſcheln vorkommen.

Die Fortdauer von Meeresthieren während einer Periode, in welcher eine ganze Land-Fauna zu Grunde ging — einer Periode, in der die bekannte Zahl der Landbewohner jene des Meeres bei weitem überwog, ſollte uns vorſichtig machen in der Entſcheidung über das Alter einer Formation,

*) Ich verweiſe hier auf die neuerdings dargelegten Anſichten von Lyell und Deshayes. Cantrine behauptet ſogar, daß alle ächten pliocenen oder ſubapenninen Arten noch leben. [Vergl. Malacologie méditerranienne et littorale, Mem. de l'Acad. de Bruxelles, tom. XII. (1840.)] Dagegen macht Agaſſiz darauf aufmerkſam, daß kein Thier, dem die genaue Geſtalt einer foſſilen tertiären Molluske eigen, noch in unſeren Meeren getroffen wird.

die einzig durch ihre foſſile Flora characteriſirt wird. Jedenfalls beſtimmen uns die foſſilen Reſte in den oberen tertiären Ablagerungen in der Schweiz, daß bei jeder Claſſification einer Land-Formation nach den mehr oder weniger vorherrſchenden lebenden Typen, ſelbſt die jüngſten ſolcher Gebilde bei Oeningen nicht als miocene oder pliocene anzuſehen. So entſchieden gehören in der That alle ihre foſſilen Ueberbleibſel verloren gegangenen Typen an, daß wir nicht einmal volles Recht haben, ſie eocen zu nennen, abgeſehen davon, daß ſie aus dem Gruß mariner eocener alpiniſcher Geſteine hervorgingen. Es bleibt alſo nichts übrig, als ſolche in ſüßem Waſſer oder auf dem Land abgeſetzte Schichten beſonders zu claſſificiren. Was die tertiäre Aera angeht, ſo können wir von jenen nur als von älteren und jüngeren Land-Formationen ſprechen.*)

Störungen in den Alpen.**)

Bis jetzt hat uns die Betrachtung der verſchiedenen, auf einander folgenden Schichten-Gruppen beſchäftigt. Es ſoll nun zunächſt von einigen Beiſpielen der großartigen Phänomene der Windung, des Bruches, der Zertrümmerung von Schichten die Rede ſein, die jenes Gebirge ſo ſehr characteriſiren. Welche auch die Urſachen geweſen ſeyn mögen: die Wirkungen ſind ſo bedeutend, daß ein Geolog, der nicht gewohnt iſt, ſeine Forſchungen in ſolchen geſtörten Regionen anzuſtellen, kaum zu hoffen wagen wird, Schichten-Reihen nachzuweiſen, noch viel weniger — wie ich es gethan habe — gewiſſe, die ſecundären und tertiären Gebilde verknüpfende Bande aufzufinden, die — wenn ſie nicht gänzlich mangeln — im nördlichen Europa keineswegs deutlich ſind. Ich will nun verſuchen, die Art und Weiſe zu erklären, auf welche in den Alpen verſchiedene Formationen in Unordnung gebracht, oft völlig umgeſtürzt, und dann durch ungeheure Spalten aus einander geriſſen wurden.

Faſt in allen Alpen-Gegenden wird man bemerken, daß, welches auch die größere Axe der kryſtalliniſchen Maſſe***) im Centrum ſey, mit derſelben das vorwaltende Streichen aller zu beiden Seiten liegenden ſedimentären Gebilde übereinſtimmt. So ſehen wir in den öſtlichen Alpen zwei vorherrſchende

*) Die Vermiſchung verlorener Typen großer Landthiere mit Arten, die kaum von jetzt bei uns lebenden zu unterſcheiden ſind, in den ungeheuren tertiären Ablagerungen an der Himalaya-Kette, iſt ein glänzender Beweis für die Schwierigkeit, ſolche Land-Ablagerungen mit den, unter dem Namen eocene, miocene und pliocene bekannten Meeres-Abſätzen vergleichen zu wollen.

**) Hierzu die Profil-Tafel.

***) Unter „kryſtalliniſchen Maſſen" verſtehe ich Granit, Gneiß, Glimmerſchiefer, Marmor u. ſ. w. — kurz alle, entweder durch Eruption, oder durch Metamorphismus vorhandener Geſteine gebildete Felsarten, denen jetzt eine kryſtalliniſche Beſchaffenheit eigen.

ellipsoidale Granit-Parthieen; die eine dehnt sich von der Iffiger Spitze oberhalb Meran in die Gegend von Brunecken,*) während sich die andere, der ungefähr eine gleiche Länge eigen, in den erhabenen Regionen von den Quellen des Mur-Flusses auf dessen linkem Ufer hinzieht, um den Kern der Norischen Alpen zu bilden. Es bezeichnen diese von W.-S.-W. nach O.-N.-O. streichenden Ellipsen scharf die Axe der östlichen Alpen; südlich von Wien bemerken wir die Verlängerung dieser Axe in dem Kern des Leitha-Gebirges angedeutet. Das nämliche Streichen von W.-S.-W. nach O.-N.-O. besitzen alle sedimentäre Massen in den östlichen Alpen, Uebergangs-, secundäre und tertiäre Gebilde, man mag sie nun nordwärts zum Donau-Thal, oder südwärts bis in die Ebene von Wien verfolgen. Kleinere parallele Ellipsoide krystallinischer Gesteine erscheinen noch in den venetianischen Alpen bei Recoaro und in der Umgegend, an der Cima d'Asti, wo sie — dieselben mögen nun aus Glimmerschiefer oder aus Granit bestehen — die nämlichen Verhältnisse zu den umgebenden sedimentären Schichten wahrnehmen lassen. So verhalten sich demnach die größeren Axen der beträchtlichen Massen krystallinischer Gesteine, welche den mittleren Theil Tyrols einnehmen, so wie den größeren der Alpen der Lombardei und die Kerne der Schweiz, und nach ihnen richtet sich das vorherrschende Streichen der damit auftretenden sedimentären Gebilde.

Westlich von Bern eignet sich die Kette mehr ein Streichen von N. und S. an, und hier ziehen, die zum großen Theil in hohem Grad metamorphosirten sedimentären Gesteine, parallel den Axen der Ellipsoiden des Mont Cervin und des Mont Blanc. Und hier muß man wohl beachten, daß je weiter die Kette von N.-O. nach S.-O. verfolgt wird, man von den deutlichsten Typen sedimentärer Schichten allmählig zwischen die bergigen Regionen der in so hohem Grade veränderten secundären Kalksteine in den Savoyer Alpen gelangt, von denen oben die Rede war. Ueber das Streichen der Hauptaxen dieser Bergmassen in den Meeresalpen vermag ich keine bestimmte Angabe mitzutheilen, sie scheinen sich fast rund herum zu biegen, so daß sie sich mit den Apenninen vereinigen, und die große Vertiefung von Piemont oder der Lombardei umgeben, und auf diese Weise einen äußeren Halbkreis bilden, dessen letzte äußere Biegung (Falte) der Montferrato bei Turin ist. Ich glaube für unsere Zwecke zur Genüge bewiesen zu haben, daß der Richtung der Haupt-Axen der krystallinischen Gebirgskerne jener Gegenden auch das herrschende Streichen der angrenzenden sedimentären Ablagerungen folgt. Mögen nun solche Axen bezeichnet seyn durch

*) L. v. Buch machte mich hauptsächlich auf diese Granit-Ellipsoide aufmerksam, in deren Nähe sich die großartigsten Wirkungen des Metamorphismus zeigen.

Emportreibung von Granit, Syenit oder einer anderen sogenannten eruptiven Felsart, oder mögen sie aus metamorphosirten Schichten bestehen, — unzweifelhaft ist es, daß durch sie und längs derselben eine großartige Wirkung ausgeübt wurde, welche von solchem Einfluß auf alle an den Seiten liegenden sedimentären Gebilde war, daß ein allgemeiner Parallelismus zu den centralen Axen, in antiklinalen und synklinalen Biegungen und in tiefen longitudinalen Spalten entstand. Wir verweisen hier auf die noch nicht veröffentlichte Karte der Schweiz von Studer; und ein Blick auf die treffliche Karte von Frankreich, die Elie de Beaumont und Dufrénoy herausgegeben, wird dem Leser meine Meinung in Betreff der in hohem Grade gestörten Gebirgs-Gegenden südwestlich vom Mont Blanc erklären. Wegen Savoyen und Piemont sind die von Sismonda entworfenen Karten zu vergleichen.

Die Schweizer und Savoyer Alpen erlitten die heftigsten Bewegungen, und wir wollen uns deßhalb gerade den verwickeltsten und am meisten gestörten Gegenden zuwenden, um die Verhältnisse am besten kennen zu lernen und zu entwirren. Wir haben schon darzuthun versucht, daß von den jurassischen Gebilden bis zum Flysch (einschließlich) eine zusammenhängende Reihe submariner Schichten zu sehen ist, wie namentlich am Sentis der Fall. Die stark entblößten, tief eingeschnittenen Thäler zeigen deutlich die gleichförmig auf einander ruhenden Formationen. Eine merkwürdige Thatsache fesselt dabei besonders unsere Aufmerksamkeit: alle Schichten, von den eocenen an abwärts, haben starke und leichte Windungen, Biegungen erlitten, manchmal in so hohem Grade, daß völlige Umstürzungen statt fanden. Ich glaube, daß derartige Biegungen zu den frühesten unter den großen physischen Veränderungen gehörten, welche diese submarinen Schichten betrafen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie damals keine größere Härte und Festigkeit besaßen, als viele der weichen Ablagerungen, welche jetzt noch in Rußland*) und anderen Gegenden die Erdoberfläche bedecken, wo der Proceß einer Erhärtung und Krystallisation nicht zur Vollendung kam.

Endlich halte ich es für sehr möglich, daß — erklären wir auch die Macht, welche die Biegungen und Windungen hervorbrachte, wie wir wollen — alle auf die so seltsame Weise um und über einander gebogenen Schichten, eine nach der anderen, oft ohne Unterbrechung auf einander unter dem Meere abgelagert wurden, und daß sie nur geringe Festigkeit erlangt hatten, als jene Macht auf sie einzuwirken begann, als sie insgesammt gleichmäßige Biegungen und Windungen erlitten.

---

*) Vergl. Murchison, Geologie von Rußland. (Deutsche Bearbeitung von G. Leonhard, 13. Cap.) (1848.)

Nirgends habe ich die Windungen der Kalkgebilde in den Alpen so ausgezeichnet gesehen, wie an den Ufern des Vierwaldstätters Sees, gegen Altorf hin, in jener lehrreichen Queerspalte, die sich so weit in das Herz der Gebirgskette erstreckt. Dort erblickt man an den ungeheuren, oft senkrechten Felswänden zu beiden Seiten der tiefen Spalte die verschiedensten Formationen, Oxford- oder Jura-Gebilde (in der Nähe der Tell's-Kapelle), unteren und oberen Neocomien, Grünsand, Gault und Seewerkalk (das Aequivalent der Kreide), endlich die nummulitischen und Flysch-Gebilde, sämmtlich gewunden, gleichförmig, in den vielartigsten Biegungen, auf einander liegend; es nehmen diese Windungen zu an Stärke und Häufigkeit, je mehr man sich dem Mittelpunkt des Metamorphismus nähert (gegen den St. Gotthard), sie nehmen ab, je weiter man sich davon entfernt. Mit andern Worten: die Krümmungen gehen in weitere, weniger verwickelte Windungen über, je weiter man von dem nördlichen Abhang des St. Gotthard, als ein Centrum, zu den Gehängen der Gebirgskette kommt, wo sie sich in das Canton Luzern ausbreiten. Einige dieser interessanten Phänomene, welche in den Umgebungen von Altorf und an den Felswänden unfern des Sees wahrzunehmen sind, hat Lusser geschildert.*) Mit Recht schloß derselbe aus der Lagerungsweise, daß Gesteine mit Grünerde und Nummuliten zu wiederholten Malen in der Reihe auftreten, und daß diese Petrefacten in Schichten vorkommen, die zum Theil von höherem, zum Theil von jugendlichem Alter seyen. Die Bemühungen Lusser's, die Gesteine in der gestörten Gegend nach ihren mineralogischen Merkmalen und nach der scheinbaren Schichten-Ordnung zu classificiren, haben sich — es ist kaum nöthig es zu sagen — als fruchtlos bewährt. Man braucht nur die Nummuliten-Gebilde aus dem geologischen Labyrinth am Achsenberg unfern Altdorf nach N.-N.-W. zu verfolgen, so wird man sehen, wie dieselben sich regelmäßig über die Oberfläche der Kreide-Massen hinlegen, zuerst an der scharfen und theils zertrümmerten Synklinale des Syssikon, dann an dem Dom oder der Antiklinale des Berges oberhalb Brunnen, und endlich in der breiteren Synklinale des Muota-Thales.

*) Nachträgliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung des Alpen-Durchschnittes vom St. Gotthard bis über Art am Zuger-See. (Denkschrift d. allgem. Schweiz. Gesellschaft f. d. gesammte Naturwissensch. I. 144 ff. Saussure — der übrigens in jenen Gegenden keine Petrefacten gefunden zu haben scheint — gedenkt der merkwürdigen Schichten-Krümmungen und Brüche. Er spricht von den Kalkstein-Schichten am Achsenberg, die zu wiederholten Malen in der Form des Buchstabens S gekrümmt seyen, und bemerkt, wie uns bereits Vallisnieri in seinem „Origine delle Fontane" auf die großartigen Erscheinungen aufmerksam gemacht habe. Saussure führt auch eine in der Gestalt des Buchstabens C gewundene Schichtenmasse an. (Voyages dans les Alpes, vol. IV., §. IX, pg. 1933 ff.)

Die steilen Felswände an den Ufern des Sees unfern Altorf sind in hohem Grade belehrend; sie zeigen den innigen Zusammenhang zwischen der Hauptaxial-Linie, den Biegungen der Schichten und den Bruch-Linien. Zwischen Brunnen und Flüelen erblickt man den Mittelpunkt der Windungen einer der Schichten-Massen an den gegenüberstehenden Felswänden, und es ist die allgemeine Streichungs-Linie dieser Windungen parallel der Axe, oder O.-N.-O. und W.-S.-W., während die Bruch-Linie, die zu beiden Seiten der Queerspalte sichtbar ist, mit derselben parallel lauft. Es scheint also die Folge der Einwirkungen ohne Zweifel die gewesen zu sein, daß erst Windung, dann Bruch statt fand; die Kerne, d. h. die inneren Theile der gewundenen Massen und die Störungs-Linie, sind einander und der großen Axe der Gebirgskette parallel. Verfolgt man manche dieser Windungen, so zeigt es sich oft deutlich, wie eine obere Schichte unterhalb einer von höherem Alter — von der sie auch in geringer Entfernung unterteuft wird — gebogen ward; auch sieht man, wie mehrere Brüche sich an solchen Stellen der gewundenen Massen ereigneten, die am wenigsten Widerstand leisteten. Da meine Aufmerksamkeit besonders auf die Kreide und auf die über derselben auftretenden Gebilde gerichtet war, so gab ich mir nicht immer die Mühe, die durch den Metamorphismus veranlaßten Räthsel zu lösen, welche sich dem Wanderer bieten, sobald er sich der Wasserscheide der Gebirgskette nähert; es genügt mir zu ermitteln, auf welche Weise sich die fraglichen Schichten entwickelten, als die mächtigen Windungen sie vom Mittelpunkt nach der Seite hin drängten. In Beziehung auf das oben erwähnte Queerprofil, das sich von Altdorf nach N-N.-W. zieht, muß ich bemerken, daß wenn der Anschein nicht trügt, die Windungen sich der Wellen-artigen Progression anpassen, welche H. und W. Rogers in ihrer Abhandlung über die Apalachische Gebirgskette uns kennen lernten. Mit anderen Worten: die steileren Seiten der Antiklinale sind die entferntesten von der Axe, während die längere und weniger geneigte Seite jeder Antiklinalen der Kette näher steht. Man hat dies zuerst am Syssikon beobachtet, und an der Mündung des Muota-Thales dessen Bau schon beschrieben wurde. Die nummulitischen und Kreide-Gebilde auf der Südseite sind sehr geneigt, die Schichten stehen fast auf dem Kopf, während sie auf der nördlichen Seite nur unter einem Winkel von 20° bis 25° einfallen. Bei der nächsten großen Windung dieser Massen, gegen den Rigi hin, zeigt sich eine ungeheure Ueberstürzung; die jüngere Abtheilung der Nagelflue liegt, mit einem umgekehrten Einfallen, unterhalb der Felswände der unteren Kreide. Wir haben hier eine Verwerfungskluft, die sicherlich viele tausend Fuß beträgt. In einem Zwischenraume von einigen Meilen sind alle die mächtigen und geneigten Schichten von Conglomerat und Sandstein entwickelt, welche den Rigi zusammensetzen. Es

treten demnach die jüngsten Gebilde in Berührung mit unteren Kreide-Schichten und fallen unter diesen ein, und da die Conglomerat- und Sandstein-Massen einst die Kreide-Ablagerungen, die nummulitischen und Flysch-Gebilde bedeckten, aus dem Material, das diese ihnen lieferten, hervorgingen, so können wir schließen, daß die Verwerfungskluft eine eben so große sein muß, als die Umstürzung Staunen-erregend ist. Die gänzliche Lösung des Zusammenhanges zwischen den Kreide-Gebilden und den sie begleitenden Gefährten, den nummulitischen Schichten und dem Flysch einerseits, der Molasse und Nagelflue andererseits, gehört zu den seltsamsten Störungen, auf die wir in der Schweiz stoßen. Die erwähnte Linie zieht vom Gehänge des Pilatus, zieht sich über die südliche Seite des Rigi nach dem östlichen Ufer des Sees von Lowerz, wo sie die Vereinigung zwischen den hohen Kreide-Piks des Schwyz überragenden Mythen, und der oberhalb der Kreide befindlichen Gesteine des Hackenpaß und von Lowerz bezeichnet. Aber hier treten verworfene Flysch-Massen, zerbrochene Nummuliten-Schichten zwischen den Kreide-Gebilden auf, unter denen sie einzufallen scheinen; hingegen scheinen die mächtigen Conglomerat-Bänke, welche den von Freunden der Natur so viel besuchten Roßberg zusammensetzen, ihrerseits die Nummulitenzone zu unterteufen. Es zeigt sich diese Umstürzung noch deutlicher, wenn man die nämlichen Massen gegen Einsiedeln verfolgt; die die untere und mittlere Molasse bedeckende Nagelflue tritt deutlich neben Nummuliten-Kalkstein auf, der alsbald unter Flysch-Bergen verschwindet, die gleichfalls nach S.-S.-O. oder gegen die Axe der Alpen aufgeworfen sind. Es ist dies ein, längs des nördlichen Abfalls der Kette ziemlich häufiges Phänomen, der in der äußeren Zone der östlichen Alpen vorherrschende Character, dessen schon Sedgwick und ich bei einer früheren Gelegenheit gedachten; damals war uns aber die Stärke jener Bewegungen noch nicht bekannt, durch welche in zu einander parallelen Linien, der älteste Theil jeder Gruppe auf die äußere oder jüngere Seite der Alpen gestürzt wurde, so daß die ältesten und jüngsten Gebilde in innige Berührung kamen.

Die Unterschiede zwischen regelmäßiger Schichtenfolge und gestörten Massen sehen wir in hohem Grade in den Umgebungen des Grünten und gegen die höheren Alpen zu. Kaum ist man an einem völlig symmetrischen Profil vorbeigekommen, so findet sich der Flysch gegen einen Kreide-Wall gestürzt. Wir kommen in der, „Hirsch-Sprung" genannten Schlucht zu diesem Wall, und treffen die oberen Glieder der Reihe, die auf der anderen Seite der Antiklinalen gänzlich verloren sind. Am äußeren oder nördlichen Theil des Grünten befindet sich eine ähnliche ungeheure Verwerfungskluft, wie die oben beschriebene längs des Rigi und Roßberg; Nagelflue und Molasse treten unmittelbar neben unterem Neocomien auf. Die Molasse ist aber

hier so aufgeworfen, daß sie von den secundären Gebilden abwärts einfällt; indessen scheinen, längs der nämlichen Verwerfungskluft, westlich vom Fluß Iller, alle Nagelflue-Berge die Flysch-Zone zu unterteufen. Sie bezeichnen die große äußere Trennungs-Linie zwischen Molasse und allen früher vorhandenen Schichten, die sich von Immenstadt im Allgau nach Dornbirn und Haslach*) südl. von Bregenz zieht. Dieselbe Bruch-Linie erscheint ungemein deutlich im Canton Appenzell, längs des steilen, nordwestlichen Abhanges des Sentis. Die oberen Abtheilungen der ungeheuren Bänke von Molasse und Nagelflue fallen nach S.-O. ein, abwärts von der oben erwähnten Axe von St. Gallen, und bilden einige Berge, deren hohe, scharfe Piks sich bisweilen unter einem Winkel von 65° bis 70° neigen.

Besonders auffallend ist in dem Thal von Weißbad der Anblick der kühn aufsteigenden tertiären Piks und der ungeheuren Kreide-Wände, unter welchen sie einzufallen scheinen. Nähere Untersuchung zeigt aber einen beträchtlichen Raum zwischen den beiden Formationen. Das Thal ist zum Theil mit ungeheuren Gruß-Massen erfüllt, wie sie so häufig längs solchen Verwerfungsklüften erscheinen; wir treffen in denselben Fragmente zerstörten Flysches, hie und da ein Bruchstück von Nummuliten-Kalkstein, als sichere Beweise der ungeheuren Zerstörung, welche die zwischen den genannten Formationen befindlichen Gesteine erlitten haben. An einem Punkte jedoch, bei einem kleinen Wasserfall unterhalb des Thurmes, einer der Felsmassen des Sentisstockes, beobachtete ich eine Flysch-Ablagerung, die unterhalb der Kreide-Gebilde des Berges erscheint, die wohl den Seewer-Kalk oder die Kreide vertreten dürfte; in der Höhe, oberhalb des Wasserfalles sahen Brunner, und ich — nach einem nicht ungefährlichen und mühsamen Weg — eine Zone secundären Grünsandes. Escher hat nachgewiesen, daß die höchsten Massen aus Seewerkalkstein oder Kreide auf Grünsand und Necomien ruhend, bestehen. Er hat mich belehrt, daß die Sentis-Gruppe nicht eine doppelte oder dreifache Kette sei, sondern aus sechs Linien von Rücken zusammengesetzt werde, in welchen sich Grünsand und Kreide wiederholten, bedeckt von Mulden-förmig abgelagerten jüngeren Gebilden. Escher hat mir beifolgende Profile mitgetheilt, das Ergebniß seiner anhaltenden und beharrlichen Untersuchungen jener Gegenden. Die in kurzen Zwischenräumen von einander gezogenen Queerprofile werden am besten darthun, auf welche Weise die verschiedenen auf einander folgenden Formationen Windungen erlitten, deren Axen, obgleich hie und da vertikal, gewöhnlich queer oder umgekehrt gegen die Haupt-Kette

*) Bei Haslach unfern Dornbirn auf dem rechten Rheinufer liegt der Nummuliten-Kalkstein so, daß ein der Versteinerungen Unkundiger wirklich glauben muß, er unterteufe die Kalksteine von Staufen, die aus unterem und oberen Neocomien bestehen.

der Alpen sind. Wir sehen, wie nummulitische eocene Gebilde (f, g) meistens Schichten von höherem Alter unterteufen, während an der südöstlichen Seite des Berges sie regelmäßig gegen die Alpen einfallen, hier regelmäßig auf Kreide und Grünsand abgelagert, sind sie auf der nördlichen Seite zwischen die Molasse (m) einerseits und zwischen die Kreide-Schichten (a, b, c, d) andererseits gestürzt, gewöhnlich unter letzteren einfallend.

Ein anderes, nicht minder lehrreiches Profil, dem obigen parallel, zieht sich von einem aus Molasse und Nagelflue bestehenden Berg, Speerberg genannt, in N.-N.-W. quer durch eine umgekehrte, geneigte Axe, welche deutlich nummulitische Gesteine und Seewerkalkstein auf beiden Seiten eines Kernes aus Neocomien-Kalkstein zeigt; eine andere Krümmung hat die ganze Reihe bis zum Flysch Mulden-artig entwickelt, der Inoceramen-Kalkstein steigt schroff zu dem, Lyskamm genannten Berg empor, wovon wir, nach einigen Windungen ein in richtiger Folge (absteigendes) Profil sehen, sämmtliche Kreide- und Jura-Gebilde der Gegend, wie sie namentlich an den Felswänden nördlich vom Wallenstadter See zu beobachten sind.

Genaue und gründliche Untersuchungen von Alpen-Gegenden, getreue geologische Karten derselben, — wie wir sie von einem L. v. Buch, Studer, Escher von der Linth ausgeführt sehen — werden beweisen, daß — obwohl den größeren Axen stets ein Streichen von O.-N.-O. nach W.-S.-W. eigen — dennoch unzählige lokale Abweichungen stattfinden, und oft auf bedeutende Strecken. Es liegt in der Natur solcher Formationen, die sich auf diese Weise um Ellipsoiden anlegten, wie wir es oben beschrieben, daß sie lokale Abweichungen von einer Haupt-Linie wahrnehmen lassen. Wir finden derartige Abweichungen in den Massen, welche die große Ellipsoide von Glarus und Graubünden umgeben, denn obwohl die größere Axe jener Gegenden von O.-N.-O. nach W.-S.-W. zieht, weichen die Schichten, wo sie sich den Umrissen nach den Enden der Ellipse anpassen, beträchtlich von der normalen Richtung ab. Ich untersuchte das Phänomen am nordöstlichen Theil der äußeren Zone dieser großen Ellipsoide gemeinschaftlich mit Escher in den Umgebungen des Wallenstadter Sees. Die Haupt-antiklinal- und Synklinal-Linien richten sich nach der allgemeinen Axe der Kette, sämmtliche Felsgebilde des verschiedensten Alters hingegen, von den jurassischen Schichten bis zu den nummulitischen und dem Flysch einschließlich (die in dem Haupt-Rücken des Sentis und längs seiner äußeren Seiten ö.-n.-ö. streichen) biegen sich nach S.-O. und S. nach dem östlichen Ende des Wallenstadter Sees und in das Rheinthal bei Sargans. Auf diesem kurzen Raume weichen die Gesteine also um ein Bedeutendes von der größeren Axe ab, oder mit andern Worten, sie biegen sich um das Ende der Ellipse herum. Beachtung verdient die Thatsache, daß, wie der

Metamorphismus zunimmt, je mehr man sich dem Gebirgskern nähert, man an der Oberfläche eine größere Anordnung der sedimentären Massen bemerkt, als ob die äußere Gestaltung und Anordnung derselben Gebilde innig mit einem großen krystallinischen Wechsel verbunden sey. Dehnt man hingegen seine Untersuchungen nach den äußeren Zonen der Kette aus, so kommt man an zahllosen Windungen und Brüchen vorbei, die sämmtlich das Ergebniß mechanischer Thätigkeit sind. So ist z. B. auf der n.-w. Seite des synklinalen Thales von Wildhaus das oben erwähnte System von Windungen des hohen Sentis, wo sich Neocomien, Grünsand und Kreide in parallelen, n.-ö. u. s. w. streichenden Linien wiederholen, Rücken und Mulden jener merkwürdigen Gruppe bildend, nur wenig von dem Parallelismus der wahren Axe abweichend. Hinsichtlich der synklinalen Mulden, die den größeren Axen der Alpen parallel ziehen, muß bemerkt werden, daß sich das nämliche Bassin in einer Gegend ganz, unzertrümmert zeige, während dasselbe, verfolgt man es weiter, verschiedene Spuren und Stufen des Bruches wahrnehmen läßt. Eine der oben genannten Mulden auf der westlichen Seite des Vierwaldstätter See's, oder mit anderen Worten, die Verlängerung der großen Synklinale, welche die gegen Alpnach zu gekehrte Spitze des Vierwaldstätter See's einnimmt, besteht aus einem synklinal geformten Hügel, dem Vorgebirge von Bürglen, wo nummulitische und Flysch-Gebilde muldenförmig auf Neocomien und Kreide-Massen abgelagert sind. Verfolgt man aber die Gebilde bis zur entgegengesetzten Seite des See's, nach Biznau hin (eine Strecke von zwei bis drei Meilen), so zeigt sich statt der in synklinaler Form abgelagerten Gebilde der Schauplatz der ungeheuren Verwerfungskluft und des Bruches, in Folge deren die obere Nagelflue gegen und unter den Neocomien einfällt, fast bis zur gänzlichen Ausschließung der nummulitischen und Flysch-Massen, von welchen nur Fragmente erscheinen. Zieht man die Linie weiter nach N.-O., durch den See von Lowerz, so treten die Repräsentanten der nummulitischen und Flysch-Gebilde, obwohl sehr zerstückelt, zwischen der Molasse und Nagelflue des Roßberges und der Kreide des Mythen auf. Noch weiter nach N.-O. breiten sich die, gegen den Abhang des Mythen gepreßten Nummuliten-Gesteine in die Gegenden südlich von Einsiedeln aus, wo sie umgekehrt, oder gegen die Axe der Kette einfallen. Während wir demnach auf der einen Seite der synklinalen Linie eine ungeheure Versetzung, eine Rutschung der Massen bemerken, wodurch ganze Formationen längs der Bruchlinie zerstört wurden, sehen wir auf der anderen Seite, wenn die Beobachtungen nicht täuschen, eine so vollständige Ueberstürzung, daß die älteren Felsmassen die jüngeren bedecken.

Wie die nämlichen physischen Verhältnisse der Gesteine — sie mögen

nun in antiklinaler oder synklinaler Form (in Sattel- oder in Mulden-Linien) erscheinen — nur selten auf einige Meilen hin bestehen, und fast nie in absolut gerader Linie, so ziehen sich auch wenige der longitudinalen Verwerfungsklüfte auf größere Strecken hin, ohne eine Unterbrechung oder Veränderungen zu erleiden. Verfolgt man das Rheinthal bis zu jener Gegend, wo der Fluß in den Bodensee tritt, in der Richtung oder Fortsetzung des synklinalen Flysch-Thales von Wildhaus, so stößt man bei Eschen auf dem rechten Ufer an ziemlich mächtige, zu Tage gehende Kreide-Massen; es ist eine Antiklinale des Neocomien, von Kreide oder Seewerkalk begrenzt, die nach N.-O. streicht, während die Hauptmulde, oder die Synklinale des Flysch südlich von Feldkirch, ö.n.ö. streicht. Die mächtigen Kreide-Massen des hohen Sentis wiederholen sich oder ziehen sich fort durch die Berge des hohen Kogl und Staufen (indem der isolirte Hügel von Kamor im Rheinthal als verknüpfendes Band zwischen den beiden entgegengesetzten Vorgebirgen dient); aber hier tritt der Nummuliten-Kalkstein mit umgekehrtem Fallen mit einer mächtigen Neocomien-Wand zusammen, und zwischen diesem Vereinigungspunkt und der Molasse erscheinen die Flysch-Schichten auf dem Kopf stehend in der Synklinale des Thales von Oberdorf. Diese Dornbirner Zone der Nummuliten- und Flysch-Gebilde ist daher die dritte parallele Mulde auf dem rechten Rheinufer (von den höheren und centralen Alpen aus gerechnet), wie die Zone der nämlichen Gesteine, am Fähnern, welche durch die Verwerfungskluft im Weißbad-Thal fast verloren geht, die dritte Wiederholung solcher Formationen auf dem linken Ufer ist, und zwar von der mächtig entwickelten Masse im Canton Glarus an, die sich von den Höhen des Haarstock durch des Sernf-Thal über Elm und Engi zu den Bädern von Pfeffers und den Umgebungen von Sargans in N.-O. erstreckt. Bei einer der äußersten dieser Krümmungen, bei jener des Fähnern-Berges, sehen wir, wie symmetrisch nummulitische Gebilde und Flysch die Kreide bedecken, während in derselben Linie im Norden, auf eine Entfernung von wenigen Meilen die ganze Formation an einem der Gehänge des Sentis in Folge einer beträchtlichen Verwerfungskluft dem Auge des Beobachters entzogen wird. In einer anderen oder dazwischen befindlichen Zone von Wildhaus, zwischen dem Sentis und den Kuhfirsten erscheinen Nummuliten-Gesteine regelmäßig, muldenförmig abgelagert auf Kreide-Bänken. In einer inneren Parallele, der nächsten zu der Axe der Kette, sind die Phänomene der Umstürzung so bedeutend, in einem so großartigen Maaßstabe zu sehen, sie übertreffen Alles, was ich vorher in solcher Art zu beobachten Gelegenheit hatte, daß ich den Leser besonders aufmerksam auf dieselben machen muß, zumal da mir das Glück zu Theil

wurde, in Escher's belehrender Gesellschaft jene merkwürdige Gegend zu durchwandern, und von ihm an die wichtigsten Orte geführt zu werden.

Escher und ich stiegen das Sernf-Thal hinan über Engi und Elm und durch den Paß, Martinsloch genannt, der ungefähr 8000 F. über dem Meere liegt. An diesem Bergrücken, der die Cantone Glarus und Graubünden scheidet, sahen wir hauptsächlich lehrreiche Verhältnisse. Die tiefsten Schichten, welche zu Tage gehen, sind Schiefer und kalkige Schiefer von Glarus, die Fortsetzung der Fisch-Schiefer, ferner kalkige Sandsteine und Kalksteine mit Grünerde und Nummuliten. Diese Schichten fallen geradezu gegen und unter den Berg ein nach S.-S.-O. und werden bedeckt von einer sehr quarzigen Abänderung des Flysch, die ich für ein theilweise verändertes Gestein halte. Auf der geneigten Oberfläche der Sandsteine sammelten wir zahlreiche, lose umherliegende Massen von Kalkstein mit Belemniten und Nummuliten, die vom angrenzenden Berge zu stammen schienen. Der Flysch zieht sich weit den Berg hinan, bis man zu einer Boden-Vertiefung gelangt, in deren Nähe der Weg nach Graubünden sich befindet; der Kamm ist dort so schmal und eng, daß wir — im wahren Sinn des Wortes — auf den Flysch-Piks mit einem Fuß in Glarus, mit dem andern in Graubünden standen. Der Flysch wird dort von einer Masse harten, grauen, bisweilen etwas krystallinischen Kalksteines (ungefähr 150 Fuß mächtig) bedeckt, und von einer natürlichen Höhle durchzogen,*) die unter dem Namen Martinsloch bekannt. Dieser Kalkstein bedeckt, so weit mein Auge es unterscheiden konnte, auf mehrere Meilen nach Osten und Westen, den Flysch in Schichten von verschiedener Mächtigkeit, gegen den Hausstock, Leiterberg und Kärpfstock hin. Der Kalkstein selbst wird von glimmerigem und talkigem Schiefer bedeckt, die zum Theil ganz das Aussehen eines primitiven Gebildes tragen. Dies oberste Gestein macht, nach Escher, einen Theil oder die Fortsetzung der Sernf-Conglomerate und

*) Escher unterrichtete mich, daß die Ueberlagerung der nummulitischen durch jurassische Gebilde sich bis zum Rosenlani im Canton Bern und nach Graubünden hinziehe. Er fand im Canton Glarus die nämlichen Verhältnisse vom Martinsloch bis zum Panix-Paß: krystallinische Schiefer, gleichfalls auf dem fraglichen Kalkstein ruhend und auf nummulitischen Gebilden, werden durch Pentacriniten-führenden Kalkstein bedeckt, der in hohem Grade an den untern Oolith und Lias jener Gegenden erinnert. „Wenn ich auch versuchen wollte" — so bemerkt Escher in einem Briefe an mich — „die Anomalie am Martinsloch zu erklären durch die Annahme, daß der räthselhafte Kalkstein und die darüber befindlichen chloritischen Schiefer nur Modificationen des ächten, das Jura-Gebilde bedeckenden Flysch seien, so bleibt immer das Auftreten des Pentacriniten-Kalksteines oberhalb der ganzen Reihe schwer zu ermitteln, es sey denn, daß eine Ueberstürzung der ganzen Masse stattgefunden habe."

Schiefer aus, die im angrenzenden Thal von Wallenstadt unterhalb der ganzen secundären Reihe liegen. Ehe ich das Profil kennen lernte, glaubte ich, daß die jüngeren und nummulitischen Gesteine ganz einfach auf den Wänden der älteren Felsmassen gleichsam aufgepflanzt seyen, und nicht dieselben unterteuften. Alsdann gab ich mich der Vermuthung hin, daß — ohne eine Schichten-Umstürzung — in Folge des Metamorphismus sämmtliche Schichten, mit Ausnahme der unteren, umgewandelt worden seyen. Aber eine solche Erklärung erwies sich gleichfalls als unrichtig; denn, abgesehen davon, daß der darüber liegende Kalkstein nach Escher's Untersuchungen Ammoniten enthält, ruht das Gestein in abweichender Lagerung auf dem Flysch. Ausgedehnte Forschungen in der Umgegend hatten mich überzeugt, daß kein solches Gestein in der ganzen, über der Kreide befindlichen Schichten-Reihe vorkäme. Auf meinem Weg in das Thal des Vorder-Rheins nach Graubündten erhielt ich andere und sichere Beweise, daß das den festen Kalkstein unterteufende Gestein wirklich jünger als Kreide sey, denn es enthält Nummuliten und den nämlichen Fisch-Zahn, der den Flysch in andern Gegenden characterisirt. An diesem Ort erschien der Versteinerungen-führende Flysch in ganz abweichender Lagerung zu den darüber ruhenden Kalksteinen und talkigen Schiefern. Unfern des Gletschers von Segnes, wo die aus einem kleinen See kommenden Wasser durch Spalten im secundären (Oxford-) Kalkstein stürzen, sieht man dieselben Flysch-Massen unter dem Kalkstein einfallen, der sich ziemlich weit verbreitet und auf dem linken Rheinufer den Flimserstein zusammensetzt. Gegen die Höhen südlich von Pfeffers fallen die nämlichen Bänke von Jura-Kalkstein — welche sich in der geschilderten Gegend in umgestürzter Lage finden — unter sämmtlichen Kalksteinen der Neocomien- und Kreide-Gruppe ein, und werden endlich von nummulitischen und Flysch-Massen bedeckt, aus welchen die Mineralquellen hervorkommen. So genau ich auch den Martins-Paß, die Profile und die ganzen Umgebungen untersuchte und die Kalkstein-Terrassen über den Nummuliten- und Flysch-Gebilden betrachtete — es blieb mir kein Zweifel, daß die von Escher früher dargelegte Ansicht eine vollkommen richtige sei, und daß wir es hier mit einer Ueberstürzung zu thun haben.

Die Erklärung, auf welche Weise eine so merkwürdige Veränderung auf einem so bedeutenden Raum bewirkt wurde, ist keine leichte. Ich hatte allerdings Gelegenheit, der Biegungen und Krümmungen in kleinerem Maaßstabe so viele zu sehen, daß mir die fraglichen Phänomene nur das Werk noch mehr ausgedehnter Bewegungen waren. Aber es blieb zu erweisen, daß die Schichten umgestürzt wurden — nicht durch eine der am See bei Altdorf oder am Sentis so häufigen Windungen — sondern durch eine gigantische Ueberstürzung so daß auf dem weiten, oben genannten Raum, die

obersten Schichten, welche vielleicht in Folge einer früheren Biegung muldenförmig abgelagert waren, durch ein seitliches Hervorstoßen mit älteren, zum Theil krystallinischen Massen bedeckt wurden; letztere wurden aus ihrer centralen Lage gedrängt durch eine vom Mittelpunkt nach den Seiten wirkende Kraft, oder mit andern Worten, von der Axial-Linie der Störung nach den Seiten der Kette hin. Ein Schluß erschien mir als richtig: erlitten die Massen wirklich eine solche Umstürzung, dann mußte dieser eine bedeutende Entblößung folgen, so daß der ältere Kalkstein und talkige Schiefer nur als kappenförmige Decken auf den Bergrücken zurückblieben. Ein Besuch des Ortes wird jeden Geologen von der Wahrheit der Ansicht überzeugen, der überdieß noch durch eine der malerischsten Alpen-Gegenden belohnt wird. Keine ungewöhnlichen Erscheinungen stören die einfache Größe des Phänomens: da sieht man nirgends mechanische Falten oder Biegungen, die — je weiter man sich vom Störungs-Mittelpunkt entfernt — desto häufiger werden. Eine Untersuchung der zahlreichen seitlichen Schichten-Krümmungen und Biegungen ist deßhalb noch mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, weil man eine verhältnißmäßig gleiche centrale Masse eruptiven Materials vermißt; so wurden die Schichten auf kleinerem Raum über einander gestürzt, zusammengepreßt, Schichten, die früher auf weite Strecke hin regelmäßig auf einander lagen. Kommt uns hier nicht die Bildung der großen, centralen krystallinischen Ellipsoiden — sie seyen nun eruptive oder metamorphische — einigermaßen zu Hülfe? Können diese Ellipsoiden bei ihrer Umwandelung, bei ihrer Ausbreitung nicht als große Mittelpunkte einer mechanischen Gewalt gewirkt haben? Es kommen ja, wie wir wissen, hie und da beträchtliche Parthieen ächten Granits vor — sollten nicht größere, unsichtbare Massen aus der Tiefe ihren Einfluß ausgeübt haben, sollten nicht bedeutendere Mengen unter jenen Regionen ewigen Schnees bedeckt seyn.

Allgemeine Uebersicht der Veränderungen in den Alpen.

Während ausgedehnte unzugängliche Theile der Alpen, die häufigen Brüche und Biegungen, ungeheure Gruß- und Schutt-Massen an den Gehängen jede genauere Forschung erschweren, warnt uns eine allgemeine Untersuchung des Gebirges, die Unabhängigkeit der Formationen von den unregelmäßigen und gestörten Verhältnissen eines Landstriches schließen zu wollen. Die genauen und sorgfältigen Beobachtungen Favre's in den von Saussure so vielfach besuchten Regionen — Beobachtungen, die um so mehr Anerkennung verdienen, als sie in dem Geiste seines würdigen Vorgängers ausgeführt wurden, lassen uns Favre's Ansicht als richtig erscheinen, daß das Rum-

muliten-Gebiet bei Genf*) und in anderen Theilen Savoyens auf juraſſiſchen Gebilden auf Neocomien-Kalkſtein oder auf Grünſand ruht, wie es durch Sismonda in den Meeres-Alpen und durch Chamouſſet bei Chambery nachgewieſen wurde. Es iſt dies jedoch einzig ein Beweis, daß in ſolchen Gegenden die dazwiſchen gehörigen Kreide-Gebilde ſich nicht abſetzten oder vor Ablagerung der nummulitiſchen Geſteine durch lokale Störungen entfernt wurden. Vergleiche man ſolche Verhältniſſe mit den Beiſpielen der regelmäßigen Reihenfolge des Ueberganges in der Kreide, wie ſie bei Thones in Savoyen, in den Appenzeller Alpen, in den verſchiedenſten Theilen Baierns und der Schweiz beobachtet wurden. Letztere müſſen als Regeln der Schichten-Folge angeſehen werden. Nach den lokalen Profilen bei Samoens und Taninge in Savoyen urtheilend, glaubt Favre, daß der Flyſch ebenſo unabhängig von dem Nummuliten-Kalkſtein ſey, wie letzterer von dem früher vorhandenen Kalkſtein; und wenn das oben erwähnte Beiſpiel von Thones in demſelben Landſtrich nicht hinreichen ſollte, das Gegentheil darzuthun, ſo meine ich der Fälle genug angeführt zu haben, die es deutlich machen, daß nummulitiſche Geſteine und Flyſch eine und dieſelbe natürliche Gruppe bilden, wo keine allgemeine Trennung ſtatt gefunden hat. Ich bringe dieſen Gegenſtand zur Sprache, weil einige Geologen des Feſtlandes ſich auf die oben erwähnte Unabhängigkeit der Formationen wegen der abweichenden Lagerung berufen, welche letztere, nach meiner Anſicht, einzig durch lokale Störungen und Ueberlagerungen bedingt iſt. Die Unterſuchungen bedeutender Strecken haben überdieß gezeigt, daß in einer Gegend während und nach der Ablagerung eines Gebildes Boden-Bebungen ſtatt fanden, die, ihren Einfluß nur bis auf eine gewiſſe Entfernung ausdehnend, manche Schichten-Gruppen in angrenzenden Gegenden durchaus nicht berührten. Sind denn in den Alpen alle Formationen ſo ſehr zertrümmert, von anderen Ablagerungen getrennt, daß ſie als gänzlich unabhängig von ihnen erſcheinen? Was die älteſten ſedimentären Felsmaſſen der Gebirgskette betrifft, ſo iſt es wahr, daß mehrere derſelben (wenigſtens alle diejenigen, welche einen rohen, ſchieferigen Durchgang wahrnehmen laſſen) ſich in dem Grade verſchieden zeigen von den auf ſie folgenden Ablagerungen, daß wir mit Recht vermuthen müſſen, ſie erfuhren die Veränderungen in einer früheren Epoche. Das deutlichſte und großartigſte Beiſpiel wahrer Unabhängigkeit gewährten uns Molaſſe und Nagelflue, deren Auftreten ſchon vielfach beſprochen wurde. In der Schweiz und am nördlichen Alpenrande erſcheinen dieſe Gebilde ſo beſtimmt geſchieden von allen früher vorhandenen Schichten, daß ein vollſtändiges geologiſches „Vacuum“ zwiſchen ihnen und der eocenen Gruppe ent-

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. 2me ser. vol. IV. pag. 991 — 1001.

ſteht. Es wurde bereits gezeigt, daß ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen den Verſteinerungen der nummulitiſchen Gruppe der Gebirgskette und denen der darauf folgenden Molaſſe obwaltet; ein Unterſchied, der mich beſtimmte, letztere eher mit der älteren eocenen Gruppe, als mit der miocenen Gruppe zu verbinden. Wenden wir uns hingegen nach dem ſüdlichen Gehänge der Kette, ſo finden wir, daß ein deutlicher und gleichförmiger Uebergang von den Kreide-Gebilden zu den eocenen, miocenen und in die pliocenen Schichten ſtatt hat, obwohl die Axial-Linie — wie ſich der Leſer erinnern wird — vollkommen parallel lauft mit jener in der Schweiz und in Baiern, wo der große „Hiatus“ vorhanden iſt. Was das italieniſche Beiſpiel betrifft, ſo glaube ich, daß eine andere parallele Bewegung, ſpäter als die große Hebung der eocenen Ablagerungen, den äußeren Saum der jüngeren tertiären Gebilde zu den Hügeln von Baſſano und Aſolo emportrieb. Wenn ich von Italien und den Apenninen ſpreche, werde ich zu beweiſen verſuchen, daß die zwiſchen den Flüſſen Brenta und Piave unvollkommen entwickelten oder geſtörten Tertiär-Gebilde am Berg Monferrato deutlich entwickelt ſind und daß am Superga ein Uebergang abwärts von den wahren miocenen Maſſen in nummulitiſchen Schichten einerſeits, und andererſeits ein Uebergang nach oben in ſehr bezeichnende ſubapenniniſche oder pliocene Mergel und Sandſteine wahrzunehmen iſt. Der große „Hiatus“ an dem nördlichen Alpenrande vertritt vielleicht den oberen Theil der eocenen und den unteren Theil der ſogenannten miocenen Gruppe, während im Süden deutliche Beweiſe des Ueberganges aus einem dieſer Gebilde in das andere nicht fehlen.

Wir ziehen hieraus den Schluß, ohne die Alpen und deren Gehänge zu verlaſſen, daß für und gegen die Unabhängigkeit gewiſſer Formationen geſprochen werden kann, je nach der Gegend, die wir dabei in's Auge faſſen. Wie bekannt, liegt in England die Kohle allenthalben gleichförmig auf dem Kohlen- und Bergkalk. Was jedoch in England und im weſtlichen Europa der Fall, kommt nicht in gewiſſen Gegenden Böhmens und Polens vor. Hier haben mächtige Störungen nach Ablagerung des Kohlenkalkes mit ſeinen großen Productus-Arten ſtatt gefunden, ehe die Kohlen-Schichten ſich abſetzten; die Schichten jener, ſo wie der devoniſchen und anderer paläozoiſchen Gebilde, zeigen eine hochgeneigte Lage, während dieſe horizontal liegen.

Meine obigen Bemerkungen ſollen nur darauf hindeuten, daß, während die eine Gegend von den heftigſten Störungen heimgeſucht ward, der angrenzende Landſtrich davon verſchont blieb, und daß wir aus derartigen Phänomenen gar oft auf die Aera ſolcher Störungen ſchließen können. Auch ſpreche ich nicht gegen die allgemeinen, von Elie de Beaumont entwickelten Anſichten, ſondern gegen jene Geologen, die ein zu großes Gewicht auf

lokale und partielle Bruch- und Störungslinien legen. Dabei zweifle ich jedoch nicht, daß große Veränderungen in den äußeren Umriſſen zu verſchiedenen Zeiten ſich ereigneten, nicht allein in und längs derſelben Gebirgskette auf einander parallelen Linien, ſondern auch auf derſelben Linie in verſchiedenen Perioden. Urtheilt man nach den Analogieen, wie ſie uns die gegenwärtige Natur bietet, ſo möchte man allerdings glauben, daß ſolche Phänomene auf der nämlichen Linie oder Spalte ſich wiederholten, wo die Erdrinde durch vorhergegangene Brüche größere Schwäche erlitten hatte. Ich verweiſe in dieſer Beziehung auf früher von mir dargelegte Beobachtungen in dem nordöſtlichen Theil der ſiluriſchen Regionen der britiſchen Inſeln, wie plutoniſche Felsmaſſen von ziemlich ähnlicher Zuſammenſetzung zuerſt längs der nämlichen Spalte oder Kluft hervorquollen, wie ſie ſpäter in die ſiluriſchen Ablagerungen eindrangen, dieſe verändernd und mit ihnen wechſellagernd und einzelne Maſſen emportreibend, wie ſie ferner mannigfache Störungen unter den, an den Rändern der ſiluriſchen Geſteine abgelagerten Kohlen-Gebilden veranlaßten und endlich in einer ſpäteren Epoche in Gängen den bunten Sandſtein durchſchnitten und ein Becken von Lias iſolirten.*) Alle dieſe Phänomene hatten auf einer und derſelben Linie in verſchiedenen Epochen ſtatt. Zugleich möge meine Verweiſung auf ein anderes Capitel**) meines „ſiluriſchen Syſtemes“ Entſchuldigung finden; dort wird nämlich ein Phänomen beſprochen, was in hohem Grade an die in den Alpen erinnert, nur daß es in kleinerem Maaßſtabe entwickelt iſt. Wir ſehen in den Alpen, wie in Silurien, lokales, verſchiedenes Streichen (und manchmal auf bedeutende Strecken) bei Geſteinen deſſelben Alters, und dann wieder Parallelismus zu verſchiedenen Zeiten gebildeter Felsmaſſen, und in beiden Gegenden können wir, in dem einen Landſtrich die Störungen und Veränderungen, in dem andern die gleichmäßige Lagerung, den ruhigen Uebergang der Schichten-Gruppen in einander verfolgen.

In den vorangehenden Mittheilungen bezweckte ich ein allgemeines, geologiſches Gemälde der verſchiedenen Formationen in den Alpen zu geben — von den früheſten Zeiten an, in welchen die erſten Spuren thieriſchen Lebens auftauchen, bis zu der Epoche jenes ungeheuren Bruches, in Folge deſſen die jüngſten tertiären Ablagerungen am nördlichen Gehänge der Gebirgskette die Bebungen und Windungen erlitten, wodurch ſie in hochgeneigten umgeſtürzten Schichten blieben. Mit Ausnahme einer ſehr beſchränkten Landvegetation, welche gewiſſe ältere Schichten aufzuweiſen haben, ſo wie der untere Theil der eocenen oder nummulitiſchen Gruppe — eine Thatſache, die ſich

*) Silurian System, pag. 294 ff.

**) Chap. XLII, pag. 572.

dadurch, daß vegetabilische Stoffe in Buchten oder Meeres-Arme geschwemmt wurden, erklären läßt — beweisen sämmtliche sedimentäre Gebilde durch ihre fossilen Reste, daß eine unausgesetzte fortdauernde Ablagerung unter der Meeresoberfläche statt hatte. Indem wir für jetzt die nur in den östlichen Alpen bekannten paläozoischen und Trias-Gebilde außer Acht lassen, und unsere Blicke auf die westlichen Alpen richten, können wir die ungeheure Reihe von jurassischen, Kreide- und nummulitischen Formationen nicht betrachten, ohne uns des Gedankens zu entschlagen, daß — obwohl manche der Gruppen sich in niederem Wasser ablagerten — eben diese bis zu großer Tiefe gepreßt werden mußten, bis sich die zahlreichen auf einander folgenden mächtigen Bänke von Meeres-Niederschlägen absetzen konnten. Liest man mit Aufmerksamkeit in den naturgeschichtlichen Erinnerungen, die wir in den Wällen der Alpen eingegraben finden, so wird man alsbald mit Staunen bemerken, daß ausgedehnte und oft vollständige Wechsel in der Thier-Welt jener Meere sich ereigneten, selbst als die Schichten, in denen die Reste nun begraben liegen, auf einander folgten, ohne daß dabei eine Störung, ein Bruch der damals vorhandenen Oberfläche statt gehabt hätte. Es fällt uns diese Thatsache besonders auf, beachtet man, wie die nummulitische oder eocene Gruppe vollkommen in das darunter liegende, oberste Glied des Kreide-Systems übergeht.

Endlich begann eine Periode, in welcher die ungeheuren Massen — die bisher wahrscheinlich alle vom Meere bedeckt waren — gehoben und trocken wurden, eine „terra firma“ bildeten — wahrscheinlich in Gestalt einer steilen felsigen Insel. Es war ein Land, von dessen Höhe und Größe wir uns keinen rechten Begriff machen können, ein Land, das Gerölle, Sand, Mergel und anderes Material zur Bildung der Nagelflue und Molasse lieferte. Der Mangel aller verknüpfenden Bande zwischen dieser Molasse der nördlichen Alpen und den früher vorhandenen eocenen Schichten spricht für eine solche Annahme; in Folge von Hebungen und Störungen setzten die älteren tertiären Schichten Landmassen zusammen, ehe die am frühesten gebildeten Gerölle oder Sand der Nagelflue abgesetzt wurden. So läßt sich der große „Hiatus“ zwischen der einen Schichten-Gruppe und der anderen erklären. Untersucht man die fossilen Reste der Molasse — thierische oder vegetabilische — näher, so ergibt sich, daß während der langen Periode ihrer Ablagerung das Klima jener Gegenden ein wärmeres gewesen seyn muß, als heutiges Tages. Palmen und andere halbtropische Pflanzen, die damals auf dem angrenzenden Land der Alpen und dem Jura wuchsen, Rhinoceros und andere Kräuter fressende gigantische Vierfüßler, die große Schildkröte, der Salamander, die Meeres-Muscheln aus den Buchten der See — Alles spricht für ein früher wärmeres Klima. So weit kann nur die Phantasie ein Ge-

mälde des einstigen Zustandes während der Ablagerung der Molasse entwerfen. Wollen wir aber die physischen Veränderungen eben dieser Aera erklären, so stoßen wir auf bedeutende Schwierigkeiten. Der kühnste Theoretiker steht sprachlos, soll er den „modus operandi“ erörtern, durch welchen regelmäßig geschichtete Massen, mehrere tausend Fuß mächtig, meist unter süßem Wasser abgesetzt, über einander gethürmt wurden. Er mag vielleicht zuerst auf den Gedanken gerathen, daß die wohlgerundeten alpinischen Geschiebe in diesen Schichten ihre Form in Fluß-Betten erhielten — aber eine nähere Untersuchung wird ihn bald belehren, wie unangemessen solche lokale Ursachen für ein so allgemeines Phänomen sind. Die Größe, Weite, Mächtigkeit und namentlich die Längen-Erstreckung dieser ungeheuren Gruß- und Gerölle-Bänke, die deutlich geschichtet sich längs des ganzen äußeren nördlichen Alpenrandes hinziehen, kann niemals erklärt werden durch Wirkungen von einzelnen Flüssen, die aus Oeffnungen in dem Inselland hervorkamen, unstreitig von weit geringerer Höhe, als die jetzigen Alpen. Solches Land konnte nur die Entstehung kleiner Deltas hervorrufen, deren jedes von dem Orte seines Ursprungs gleich den Speichen in einem Rade fortgeführt wurde, und niemals konnte die gigantische Ablagerung von Molasse und Nagelflue hervorgehen, die sich nicht weit in die entfernteren Alpen-Thäler zurückzieht, sondern in Wahrheit deren äußere, kolossale Wälle bildet. Man könnte auch schließen, daß der, von unzähligen kleinen Flüssen, die sich von einer Felseninsel herabstürzten, herrührende Gruß an einer steilen, geneigten Küste abgesetzt wurde, wie die der jetzigen Meeres-Alpen; aber wenn dies auch der Fall war, so ist es klar, daß der Boden jener Wasser, welche die Küste bespülten, es mag nun süßes Wasser, Brack- oder Meeres-Wasser gewesen seyn, nach und nach bis zu bedeutenden Tiefen hinabgedrückt wurde. Die lang fortdauernde Depression kann uns allein die Aufhäufung dieses Materials zu solcher Mächtigkeit und während so langer Zeit erklären. Auch bleibt kein Zweifel, daß die Molasse-Gebilde sich in Schichten ablagerten, die von den Alpen, welche das Material zu ihrer Entstehung lieferten, abfallen.

Bis zu dem Punkte bietet uns das in unseren Händen befindliche Material über die Geschichte dieser Berge einige Erklärung. Aber mit dem Schluß der Molasse-Periode traten Veränderungen an der Oberfläche ein, gegen die alle vorhergegangenen Phänomene kleinlich und unbedeutend sind. Die Molasse- und Gerölle-Bänke, die damals geneigte Schichten an der Küste bildeten, oder mehr oder weniger horizontale Massen in gewisser Entfernung von derselben, erlitten jene mächtigen Hebungen parallel zu den Verwerfungs- und Störungs-Linien des angrenzenden Gebirges; es traten Bewegungen ein, die nicht allein horizontal liegende Schichten auf ihre Köpfe stürzten, sondern auch die jüngsten Gebilde der langen Periode in eine so merkwürdige Lage brachten,

daß sie eben die Gesteine, aus denen sie hervorgegangen, zu unterteufen scheinen. Obgleich unsere Einbildungskraft solche gigantische Erschütterungen nicht zu fassen vermag, können wir dennoch mit Sicherheit auf die vor uns liegenden unläugbaren Beweise hin annehmen, daß in jenen Tagen die auf die Erdkruste einwirkenden Kräfte eine größere Stärke besaßen, als jetzt; daß die Hebung, Zerstückelung und Umstürzung der Molasse-Schichten das Werk einer plötzlichen Katastrophe war, geht deutlich hervor aus den physischen Verhältnissen der darauf folgenden Schichten, aus den unzweideutigen Spuren eines Klima-Wechsels, veranlaßt durch das Entstehen neuen Landes und die Hebung des ganzen Landstriches zu einer weit bedeutenderen Höhe als vorher. Zeugen für solche Schlüsse sind die Köpfe der hochgeneigten, oft senkrecht stehenden Molasse-Schichten, deren fossile Reste auf ein warmes oder mittelländisches Klima hindeuten, und welche unmittelbar von horizontalen Ablagerungen alten Alluviums bedeckt werden; die in ihnen vorkommenden thierischen und vegetabilischen Ueberbleibsel machen es wahrscheinlich, daß nur ein wenig, vielleicht gar nicht von dem jetzigen verschiedenes Klima geherrscht habe. Die Ausdehnung, bis zu welcher die alten Alluvien ehedem die Alpenthäler erfüllten (andeutend, daß die Gebirgskette damals geringere Höhe besaß, als jetzt) — die Bildung alter Gletscher — der Transport der Wanderblöcke auf weite Strecken hin — die großen, unregelmäßigen Hebungen und tiefen Entblößungen, welche der ganze Raum erlitten hat — alle diese Phänomene gehören zu den interessantesten in dem merkwürdigen Gebirge. Obwohl schon gar viel über dieselben gesagt wurde, hoffe ich dennoch demnächst auch meine eigenen Ansichten darlegen zu können.

Zweite Abtheilung.

Ueber die Kreide- und Nummuliten-Gebilde in den Karpathen.

Gemeinschaftlich mit Zeuschner untersuchte ich im Sommer 1843 das nördliche Gehänge der Tatra-Gruppe im Karpathen-Gebirge. Ich habe keinen umfassenden Bericht über meine Beobachtungen veröffentlicht, sondern nur die allgemeinen Resultate in meinem Werke über das europäische Rußland und den Ural niedergelegt. Damals schien mir die Ansicht richtig: alle Karpathen-Sandsteine, so wie den Flysch der Alpen, der Kreide-Gruppe zuzutheilen. Meine Meinung hat sich geändert; folgende Mittheilungen sollen beweisen, daß, während viele dieser Sandsteine der secundären Epoche angehören, andere, welche ächte nummulitische, eocene Ablagerungen bedecken, offenbar tertiär sind*).

*) Vergl. Murchison, Geologie des europäischen Rußlands und des Urals, deutsche Ausgabe von G. Leonhard, S. 281 ff.

Die Axe der Tatra-Gruppe besteht aus Granit; er wird zuerst auf der nördlichen Seite von talkigen Schiefern, alsdann von harten, quarzigen, veränderten Sandsteinen begrenzt. Letztere sind von mächtigen Bänken eines zum Theil krystalliniſchen Kalksteines bedeckt, der manchmal als Marmor erſcheint und geringe Spuren von Schichtung zeigt. Nur bei den Eiſenwerken von Zagopane laſſen die Kalksteine eine deutliche Schichtung wahrnehmen, fallen gegen N. ein und wechſellagern mit Schiefer-Gebilden, in denen Terebratula biplicata in Menge vorkommt. Bei dem hohen, felſigen Rücken Muran (oder der Wall genannt) fallen die Kalksteine, unter vielen Windungen und Brüchen, gegen N. ein, und enthalten viele Verſteinerungen, unter anderen: Ammonites Walcotti, A. Bucklandi, A. annularis, Nautilus acutus (*L. v. Buch*), Belemnites digitalis, Terebratula biplicata, Spririfer Walcotti, S. rostratus; ferner: Aptychus, Cidarites, Pentacrinites und einige Fiſch-Reſte. Es laſſen dieſe Petrefacten keinen Zweifel, daß die Kalksteine als liaſſo-juraſſiſche zu betrachten ſind. Zwiſchen dem Punkt, wo wir die Verſteinerungen ſammelten, und dem äußeren Vorſprung der Tatra-Gruppe gehen mehr oder weniger krystalliniſche Kalksteine zu Tage, die, wegen ihrer hochgeneigten Lage nur einen geringen horizontalen Raum einnehmen und wegen ihrer Steilheit und einer ſtarken Vegetation nur ſchwer zugänglich ſind. Ich vermag daher kein beſtimmtes Urtheil über ihr Alter zu fällen. An ihrer Seite, zumal auf dem linken Ufer des Dunajec, wo der Fluß aus der engen Schlucht von Zagopane hervorkommt, liegen ſie unter einem Streifen nummulitiſchen Kalkſteines, der unter 35° bis 40° einfällt, und von gewiſſen Schiefern, Sandſteinen und unreinen Kalksteinen bedeckt wird, die einen Theil der hügeligen Gegenden zuſammenſetzen, welche ſich gegen das Thal von Neumarkt ausdehnen. Der nummulitiſche Kalkſtein iſt dickgeſchichtet, von grauer Farbe, und zum Theil ſehr ſandig; über ihm tritt ein, aus Fragmenten deſſelben Kalkſteines gebildetes Conglomerat auf, reich an Magneſia. In ſeinen, gegen hundert Fuß mächtigen Bänken enthält es allenthalben Nummuliten, namentlich in den oberen Schichten. Unter dieſen finden wir außer Nummulina globulus (*Leym.*)? noch eine große Art, N. planospira, die beſonders in den Alpen ungemein häufig, begleitet von gewiſſen Arten von Pecten, Ostrea, großen Echinodermen u. ſ. w. Kurz, es iſt die nämliche foſſile Fauna, wie ſie in den, über der Kreide auftretenden, nummulitiſchen Gebilden der Alpen zu Hauſe, und es bleibt kein Zweifel hinſichtlich des Alters der Ablagerung. In geringer Entfernung, nach Norden zur Seite eines kleinen Baches, wird das Nummuliten-Geſtein von dunklem Schiefer und grauem oder grünem Sandſtein bedeckt, ſicherlich Repräſentanten des oberen alpiniſchen Flyſch. So weit ſind die Verhältniſſe einfach. Geht man aber über die wellenförmigen Höhen zwiſchen dieſem Ort und

Wieliczka oder Krakau, so kommt man zu einer sehr verwirrten und zertrümmerten Reihe von Schiefern, Sandsteinen und Kalksteinen, deren größerer Theil früher unter dem Namen „Karpathen-Sandstein“ zusammengefaßt wurde. Da aber in einigen dieser Gebilde sich unsern Krakau secundäre Petrefacten finden, so scheint es nothwendig, die offenbare Anomalie zu erklären und den oben erwähnten tertiären Flysch abzuscheiden, der deutlich auf nummulitischen, eocenen Massen liegt, von jenen Gesteinen, denen er in petrographischer Beziehung gleicht, welche aber sicherlich der Kreide und secundären Gruppe angehören.

Noch etwas weiter von dem äußersten Vorsprung des Tatra-Gebirges gegen Norden geht ein niedriger Kalkstein-Rücken zu Tage, der Hauptkette parallel ziehend. Die mauerförmigen Massen dieses Kalksteines, seine veränderte Beschaffenheit erweckten in mir den Gedanken, daß er längs der Aufbruchs-Linie emporgehoben worden sei, — ein Gedanke, den ich bald durch einen in geringer Entfernung parallel dem Streichen der Schichten auftretenden Porphyr bestätigt fand. Nach den Versteinerungen zu urtheilen, die Zeuschner und ich sammelten, z. B. Ammonites Murchisoniae, A. Conybeari, A. biplex, A. Tatricus, Terebratula dyphia, ist es nicht unwahrscheinlich, daß das Gestein, welches der großen angrenzenden jurassischen Kette angehört, und über die es bedeckenden Schiefer und Sandsteine aufgetrieben wurde. Zeuschner hat noch sorgfältigere Forschungen nach Petrefacten angestellt, und — wie mir Keyserling mittheilte — wenigstens acht Arten aus dem unteren Neocomien entdeckt, nämlich: Ammonites Calypso, A. Morellianus, A. diphyllus, A. picturatus, A. subfimbriatus, A. fascicularis, Seaphites Ivanii u. s. w. Es liegt in dem Zusammenvorkommen dieser Petrefacten mit den vorhin genannten kein Widerspruch; denn wir sehen in den Alpen gar oft das Beispiel, daß Schichten mit Oxford-Petrefacten unmittelbar von unterem Neocomien-Kalkstein bedeckt werden. Die physischen Verhältnisse sprechen zu Gunsten meiner Behauptung, denn die Masse des untersten, zu Tage gehenden Kalksteines ist ein in hohem Grade verändertes, röthliches Gestein, theils amorph, theils krystallinisch, mit zahlreichen Rutschflächen, von einer Breccie begleitet, und bildet Felswände gegen das Thal von Neumarkt hin, wo es gegen Süden von dunklem, Eisen-haltigem Schiefer, dann von dünngeschichteten, graulich-weißen Kalksteinen bedeckt wird, die ganz gut als Repräsentanten des unteren Neocomien gelten können, und in denen, wie ich nicht zweifle, die letztgenannten Versteinerungen gefunden wurden. Ich beharre demnach auf meiner früher ausgesprochenen Ansicht, daß die Kalksteine in einer, der Hauptkette der Karpathen parallelen Spalte emporgehoben wurden. Die gegen das nördliche und südliche Ende dieser Mulde auftretenden Sandsteine verhalten sich anders; die das Nordende zusammensetzenden Schichten ruhen

auf Schichten, die Kreide- und Jura-Petrefacten enthalten, während der südlichste Theil aus nummulitischen eocenen Gesteinen, auf Lias liegend, gebildet wird.

Obwohl meine Zeit keine ausgedehnten Untersuchungen gestattete, um die Verhältnisse der Schichten genau kennen zu lernen, die sich zwischen dem Tatra-Gehänge und dem Thal von Neumarkt ausdehnen, erfuhr ich doch durch Zeuschner, daß der Flysch, welcher die Nummuliten-Gebilde bedeckt und gegen Norden einfällt, mit einer großen Masse Karpathen-Sandsteins zusammentritt, der gegen Süden geneigt ist. Mannigfachen Brüchen unterworfen, zieht sich der Sandstein (wahrscheinlich dessen unterstes Glied) nördlich und liegt gleichförmig über dem oben erwähnten Kalkstein-Rücken, in dessen oberem Theil Neocomien- oder untere Grünsand-Petrefacten vorkommen, und dessen untere Abtheilung durch jurassische (Oxford-) Versteinerungen characterisirt wird. Auf solche Weise kann ich mir leicht erklären, wie das nummulitische Gestein und das darüber befindliche Glied eocen sind, während die große Masse Karpathen-Sandsteins — durch eine Verwerfungskluft von den anderen Gebilden getrennt — als Repräsentant des Kreide-Systemes (oberer Grünsand?) gilt. So wird es mir auch klar, wie die Aequivalente des oberen Grünsandes die oben genannten characteristischen Petrefacten liefern konnten, indem das Ganze auf einem gehobenen Rücken von Juralkalk ruht. Nachdem ich mich überzeugt habe, daß die nummulitischen Gesteine am nördlichen Gehänge der Tatra-Gruppe eocen sind, bleibt kein Zweifel, daß die an der Südseite des Gebirges erscheinenden Gebilde gleichen Alters sind. So urtheile ich nach dem Profil, das Zeuschner mir zeigte, daß die nummulitischen Massen und über ihnen liegenden Sandsteine im Kradak-Thale, die er für jurassisch hält, wirklich eocen sind, die hier auf unterem Jura ruhend, gegen den Granit der höheren Tatra-Berge gepreßt wurden. Andere nummulitische Gesteine wiederholen sich gegen Süden von dem niedrigeren Theil des Gebirges.

Ich glaube demnach, daß Zeuschner irrte, als er den nummulitischen Kalkstein der jurassischen Reihe einverleibte oder an die Basis der ganzen äußeren Zone von Karpathen-Sandsteinen und Kalksteinen versetzte. Das Alter der Formation, auf welcher das Nummuliten-Gebilde ruht, sei, welches es wolle: seine fossilen Reste sind ein zu deutlicher Beweis. Gegen Süden und Norden vom Tatra-Gebirge wird es unmittelbar von Schichten bedeckt, die den Flysch vertreten. So hat in den Karpathen, wie in Italien und in den Alpen die Bestimmung der Sandsteine allein nach ihren mineralogischen Characteren große Verwirrung veranlaßt. Denn es ist bekannt, daß Gesteine von der nämlichen petrographischen Beschaffenheit, welche Fucoiden enthalten, deutlich den Nummuliten-Kalkstein bedecken, während andere — wie in den

Umgebungen von Gosau und in den östlichen Alpen — bis in das Kreide-System hinabreichen. Die von Windungen und Störungen verschiedener Art so sehr heimgesuchte Gegend zwischen Neumarkt und Rugosnik im Süden und Krakau im Norden, bietet treffliche Beweise in solcher Hinsicht und in Betreff der Schwierigkeiten, beim Mangel von Petrefacten eine einigermaßen scharfe Linie zwischen mehreren dieser Sandsteine und Schiefer zu ziehen. Und wiederholt bemerke ich: die Gegenwart von Fucoiden kann nie über das Alter der Gesteine entscheiden; um so weniger, da diese fossilen Reste eine vertikale Verbreitung von dem secundären Grünsand aufwärts bis zu tausend Fuß mächtigen Schichten über dem Aequivalent der weißen Kreide besitzen. In den Karpathen waltet der nämliche oder fast der nämliche petrographische Character von den Schichten, die den unteren Grünsand vertreten, bis zu Gebilden oberhalb des Nummuliten-Kalksteins. Wären die normalen Verhältnisse der Gegend nicht so sehr gestört, dann würden wir, ich zweifle keineswegs, sehen, wie die jüngeren secundären und älteren tertiären Gebilde in einander übergehen, ohne einen Wechsel in ihrer petrographischen Beschaffenheit.

Gibt man dem Profil an dem Abfall der Tatra-Gruppe eine größere Ausdehnung von der Gegend von Zafflary und dem Neumarkt-Thal bis in jenes der Weichsel, so erscheinen Sandsteine, Conglomerate und Schiefer der tertiären und secundären Epoche; denn ungeachtet mancher Verwerfungen und Windungen glaube ich, daß im Ganzen die grauen Sandsteine der Hügel nördlich vom Dunajec-Fluß von der Axe von Zafflary und Rugosnik abfallen, in welcher die juraſſischen und unteren Neocomien-Petrefacten vorkommen. Alsdann können die Gesteine, welche die Berge bei Swienty-Cruz, ungefähr 2000 Fuß über dem Meere, zusammensetzen und kohlige Materie enthalten, so wie dünne Lagen von Braunkohle den Schichten gleichgestellt werden, die an der äußeren Zone einer ähnlichen Reihe, die sich von Liebertoft zu den Hügeln nördlich von Wieliczka ausdehnt, und Petrefacten des sogenannten oberen Neocomien oder unteren Grünsand enthalten. Wenn dies auch der Fall, eine der unterteufenden Massen fällt gegen Norden ein, eine andere, äußere Zone nach Süden. Das Ergebniß ist, daß der größere Theil der dazwischen befindlichen Schichten in einer wellenförmigen zerbrochenen Mulde liegt, und deßhalb betrachte ich (bis andere Petrefacten gefunden werden, die meiner Behauptung widersprechen) den oberen Theil der Reihe nördlich von Swienty Sebastian, bestehend aus dichtgeschichtetem, weiß-geadertem Macigno-Sandstein von grauer und grasgrüner Farbe — der bei Struya und am Hügel von Kotan bei Luboin von dunklen Schiefern bedeckt wird — und die Schichten im Rabba-Thal als

Repräsentanten des oberhalb der Kreide befindlichen alpinischen Macigno oder als den oberen Flysch der Alpen.

Wo die weiße Kreide oder ihr Vertreter und der nummulitische Kalkstein an dem Abfall der Karpathen fehlen und sich keine Versteinerungen nachweisen lassen, da ist der Geolog hülflos. Glücklicher Weise haben die paläontologischen Forschungen Zeuschners dargethan, daß viele der grünen Sandsteine, Schiefer und Conglomerate der Kreide-Gruppe angehören. Er führte mich in die Schluchten bei Liebertoft, zwei polnische Meilen südlich von Krakau, wo graue, plattenförmige Kalksteine hie und da in Conglomerate übergehen, die — in petrographischer Hinsicht — von gewissen Ablagerungen über der Kreide nicht unterschieden werden können. Diese Gebilde enthalten Ammonites, Belemnites und eine Art von Aptychus. Zeuschner hat seitdem in den genannten Gesteinen, die sich bis nach Wieliczka hin erstrecken, Belemnites bipartitus *(Blainv.)*, B. pistilliformis *(Bl.)* B. dilatatus *(Bl.)* entdeckt — ein Beweis, daß die Gebilde den Neocomien vertreten. Sie erinnern in hohem Grade an den unteren Grünsand Englands. In der Gegend von Trentschin, zwischen Orlowa und Podkrad, ist der sogenante Karpathen-Sandstein wahrscheinlich als oberer Grünsand zu betrachten, denn er führt auf dem Raum von einer halben deutschen Meile Gryphaea columba, Cardium Hillanum, und an anderen Orten Pholadomya Esmarckii, während bei Kluknava Pflanzen-Reste vorkommen, unter diesen Salicites crassifolius, welche Göppert auf den oberen Grünsand verweist.

Es dürfte demnach kein Zweifel mehr obwalten, daß unter der allgemeinen Bezeichnung Karpathen-Sandstein, Wiener-Sandstein, Flysch und Macigno Ablagerungen des unteren und oberen Grünsand, so wie des über der Kreide liegenden oder eocenen Grünsand verwechselt wurden. Der Werth des Profils zwischen Zagopane und Zafflari leuchtet daher von selbst ein, weil sich durch die dortige Schichtenfolge eine Parallele zwischen den Schiefern und Sandsteinen oberhalb der Nummuliten-Gesteine und einem großen Theil der Felsmassen in den Alpen ergibt. Dagegen haben die Untersuchungen Zeuschners dargethan, daß andere beträchtliche Theile dieser sandig-thonigen Reihe Aequivalente von Gliedern der Kreide-Gruppe sind.*)

---

*) Graf Keyserling, dem ich besonderen Dank schulde für die Mittheilungen über Zeuschners Untersuchungen, erinnert mich, daß ein seltsamer Körper, Sphaersiderites genannt, und von Glocker in Breslau beschrieben (Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Curios. tom XIX, 2, pg. 673, tab. 79), den L. v. Buch zuerst für einen Nautilus erklärte, nach der Bestimmung von Fr. von Hauer ein Nautilus plicatus *(Fitton)* des unteren Grünsand, oder N. requienianus *(d'Orb.)*, in

Dritte Abtheilung.

Ueber die Hauptformationen in den Apenninen und in Italien.

Wenn auch die geologiſchen Verhältniſſe in den Apenninen weniger verwickelt ſind, wie in den Alpen, und keine Spur von älteren Geſteinen aufzuweiſen iſt, die in dieſem Gebirge eine nicht unbedeutende Rolle ſpielen, ſo bieten ſie dennoch manche Probleme, die bis auf den heutigen Tag nicht gelöſt ſind. Die Geologen Italiens haben allerdings in den letzten Jahren beträchtliche Fortſchritte in der Kenntniß des Gebirgszuges gemacht, wie die von ihnen veröffentlichten Schriften beweiſen.*) Es iſt meine Hauptabſicht, in den folgenden Zeilen eine Vergleichung gewiſſer Gegenden Italiens, die ich erforſchte, mit denen der Alpen zu verſuchen. Zuerſt ſehen wir, als eine bemerkenswerthe Thatſache, daß auf dem italiſchen Feſtland die ganze paläozoiſche Reihe fehlt; auch iſt kaum zu vermuthen, daß die Trias-Gruppe vorkommt. Denn obſchon Pareto — einer der bedeutendſten Geologen Italiens — in dem „Verrucano" genannten Conglomerat (den älteſten ſedimentären Schichten des Landes) ein Aequivalent des Trias zu erkennen glaubt, muß ein ſolcher Ausſpruch erſt durch Verſteinerungen gerechtfertigt werden. In Sardinien wurden durch General della Marmora paläozoiſche Gebilde nachgewieſen; es ſind — den Petrefacten nach zu ſchließen — ächte filuriſche Kalkſteine und Schiefer.**) Ueberdies finden ſich in Sardinien Ablagerungen mit Kohlen-Gebilden, von deren Unterſuchung ich leider durch die politiſchen Wirren abgehalten wurde. Indeß hat della Marmora ſeine Forſchungen auf die ganze Inſel ausgedehnt, und eine topo-

---

Mähren, in der Gegend von Frankſtadt in einem Gebilde vorkommt, das Hauer als „Wiener-Sandſtein" bezeichnet. — Zeuſchners Aufſatz über die Structur des Tatra-Gebirges (Verhandl. der k. ruſſ. mineral. Geſellſch. zu St. Petersburg, Jahrg. 1847) enthält eine Ueberſicht der ſecundären Verſteinerungen in den Karpathen; ich erhielt ihn (Juni 1849) während des Druckes dieſer Zeilen. So weit ich urtheilen kann, finden meine Anſichten Beſtätigung.

*) Vergl. die Bände der „Riunione degli Scienziati Italiani" zu Mailand, Genua und Venedig.

**) General della Marmora hatte die Güte, mir eine Anzahl dieſer Verſteinerungen zu ſenden, worunter Orthoceratites und Graptolites. Sie wurden unterſucht und zum Theil beſtimmt durch Verneuil und ſpäter durch Sharpe; nach des letztern Ausſpruch gehören die Schichten der unteren filuriſchen Gruppe an. Sharpe erkannte unter andern acht Arten von Orthis, namentlich die Orthis patera, welche bei Bala ſo häufig, ferner die O. Lusitanica *(Sharpe)* der unteren filuriſchen Gebilde von Vallongo bei Oporto, mit der O. flabellulum *(Sow.)* nahe verwandt. Der Spirifer terebratuliformis *(M'Coy)* findet ſich gleichfalls — eine den unteren filuriſchen Maſſen von Cumberland und Irland eigenthümliche Art.

graphiſche Karte entworfen, die ſein wichtiges Werk begleiten ſoll, aus dem wir erfahren werden, ob die Kohlen-Ablagerungen — gleich jenen von Oporto, die Sharpe ſchilderte — mit ſiluriſchen Gebilden auftreten oder jünger ſind. Das Vorhandenſein jüngerer ſiluriſcher Geſteine in Portugal, von Sharpe nachgewieſen*) — die Häufigkeit devoniſcher Verſteinerungen im Norden Spaniens — die Gegenwart ſiluriſcher und devoniſcher Schichten in Marocco**) durch Coquand entdeckt — deren Ausdehnung längs des afrikaniſchen Atlas, ihr Vorkommen bei Conſtantinopel ſind nur hinreichende Beweiſe, um uns einen Begriff von dem weiten Gürtel paläozoiſcher Geſteine zu machen, deſſen nördliche und nordweſtliche Grenzen die Alpen und Pyrenäen bildeten, die — in einer alten Epoche aus dem Meeresboden gehoben, die Küſten eines großen Mittelmeeres zuſammenſetzten, in welchen Italiens ſecundäre und tertiäre Geſteine ſich ablagerten. In dieſem Sinn genommen, kann man ſich Sardinien vielleicht als eine iſolirte Inſel in dem alten Becken denken.

Indem wir nicht auf die Betrachtung eruptiver Felsmaſſen, plutoniſcher oder vulkaniſcher eingehen, welche letztere namentlich eine ſo wichtige Rolle in Italien ſpielen, auch gewiſſe ältere kryſtalliniſche Geſteine in Calabrien und Sicilien unbeachtet laſſen, bemerken wir als hauptſächliche Gebilde auf der ganzen Inſel in anſteigender Ordnung: 1. Kalkſteine und Schiefer; 2. harte Sandſteine und unreine, oft maſſige Kalkſteine; 3. Mergel, Sand und Conglomerate. Die unterſte dieſer Gruppe umfaßt die Kreide- und Jura-Gebilde; die zweite oder ſandige Gruppe vertritt die oberen Kreide-Maſſen und die eocenen Ablagerungen der Alpen; die dritte wird aus miocenen, pliocenen und anderen jüngeren Schichten zuſammengeſetzt. An lokalen Ausnahmen fehlt es dieſer großen Schichten-Reihe nicht. In vielen Gegenden machen Mangel oder Seltenheit der Verſteinerungen ſtarke Windungen oder Brüche der Schichten es ungemein ſchwierig, manche Ablagerung einem Aequivalent in anderen Theilen Europas gleich zu ſtellen. Es gilt dies beſonders von den juraſſiſchen und Kreide-Gebilden — denn die große Maſſe harter Sandſteine (Macigno) namentlich die mit Nummuliten verbundenen, ſind als über die Kreide gehörige oder eocene Ablagerungen zu betrachten, während den jüngeren, über ihnen auftretenden Gebilden, durch zahlloſe foſſile Reſte characteriſirt, leicht eine Stelle in der tertiären Reihe anzuweiſen iſt.

Collegno hat unlängſt eine geognoſtiſche Ueberſichtskarte von Italien und den anliegenden Inſeln herausgegeben. Auf derſelben bezeichnet er die

*) Journ. of the geol. soc. of. Lond. vol. V., pg. 142, pl, 6, fig. 5.

**) Wegen der devoniſchen Gebilde in Aſturien, vergl. Vailette, Bull. de la soc. géol. de France, vol. II, pg. 439, und wegen der paläozoiſchen Geſteine Maroccos daſ. vol. IV, pg. 1188.

filuriſchen Geſteine Sardiniens als die älteſten bekannten Sedimentär-Schichten, und theilt alle übrigen Felsmaſſen der Halbinſel in zwei Hauptabtheilungen unterhalb der miocenen Ablagerungen. Collegno nennt die untere, von dem Verrucano-Conglomerat aufwärts bis zum Oxford-Jura juraſſiſche, die anderen höheren Schichten — ſie mögen Neocomien, oberer Grünſand, Kreide, nummulitiſche Kalkſteine oder Macigno ſeyn — faßt er als Kreide-Gruppe zuſammen. Aus meinen Mittheilungen über die Alpen ergibt es ſich von ſelbſt, daß eine Vereinigung der beiden letztgenannten Gebilde mit dem Kreide-Syſtem unzuläßlich ſey, und es iſt daher beſonders mein Zweck, darzuthun, daß in Italien — wie es in den Alpen der Fall — die nummulitiſche und obere Macigno-Gruppe der eocenen Epoche angehört. Ich werde ferner beweiſen, daß eine natürliche Reihenfolge, von der „Firſte“ der eocenen oder der „Sohle“ der miocenen Gruppe aufwärts in die pliocene ſtattfindet. Vorher ſeyen mir einige Worte über die juraſſiſchen Geſteine erlaubt, die älteſten der Halbinſel, in welchen man Petrefacten aufgefunden hat, auch will ich eine Skizze der über ihnen auftretenden, ächten Kreide-Ablagerungen geben.

Am beſten ſind die unterſten Verſteinerungen- führenden Schichten an dem Vorgebirge im Golf von Spezzia aufgeſchloſſen, ſo wie an den angrenzenden, parallelen Rücken der apuaniſchen Alpen. Es war dieſer Landſtrich den Geologen längſt bekannt durch eine Schilderung von de la Beche und eine Schrift Guidoni's.*) Der erſtere glaubte, als er die foſſilen Reſte auf der weſtlichen Seite der Bai fand, daß ſie der oolithiſchen oder Jura-Gruppe angehörten, obſchon ihre eigenthümlichen Charactere und die muthmaßliche Geſellſchaft von Orthoceratites und Goniatites (die damaligen Ammoniten der Kohlen-Gebilde) noch manchen Zweifel übrig ließ. Seitdem haben ausführlichere Unterſuchungen der Petrefacten das Räthſel gelöſt. Die angeblichen Orthoceratiten ſind einfache Alveolen von Belemniten, und Ammoniten gehören zu den in der juraſſiſchen Reihe des ſüdlichen Europas bekannten Formen, obwohl ſie in England nicht darin vorkommen. Die Beobachtungen ſeiner Vorgänger zuſammenſtellend, und mit ihnen eigene neue verflechtend, hat Pilla**) ein Profil des Golfes von Spezzia gegeben; mit vielen ſeiner Anſichten ſtimme ich vollkommen überein, namentlich halte ich gleichfalls die Ammoniten- führende Schichte nicht — wie früher behauptet

*) Giornale Ligustico, 1828.

**) Im kräftigſten Mannesalter blieb dieſer ausgezeichnete Geolog im letzten italieniſchen Krieg bei Mantua. — Als ich La Spezzia beſuchte, war ich mit Pilla's Aufſatz noch nicht vertraut; ich kannte ſeine Anſichten nur aus Collegnos Mittheilungen, der mir gleichfalls eine Schilderung jener Gegend gab, worin er auf eine große longitudinale Verwerfungs-Linie aufmerkſam macht.

ward — für den älteſten Kalkſtein, ſondern im Gegentheil für das jüngſte Jura-Gebilde. Jeder Verſuch, die Jura-Gruppe Italiens in genaue Abtheilungen, wie jene des nördlichen Europas, zu bringen, iſt fruchtlos wegen der Zuſammenſetzung der Geſteine und der Seltenheit und Eigenthümlichkeit der Formationen, namentlich verglichen mit den ſo wohl und ſcharf characteriſirten Formationen der britiſchen Inſeln. Mit ſeinem bekannten Scharfblick hat L. v. Buch in dieſer Beziehung einige Grundſätze aufgeſtellt; auf gewiſſe Leitmuſcheln geſtützt, welche in den Alpen, Karpathen und in Italien nirgends fehlen, hat er das Vorhandenſein zweier mächtigen Bänder oder Streifen nachgewieſen; das untere kann als juraliaſſiſches Gebilde bezeichnet werden, die andere, obere Maſſe als Oxford-Oolithe und Thon. Ich habe ſchon geſagt, wie werthvoll eine ſolche Claſſification für die Alpen iſt, und ſie wird es auch für Italien ſein, wenn gleich dort Jura-Gebilde weniger entwickelt ſind.

Jura-Gebilde im Golf von Spezzia, in den apuaniſchen Alpen und am Monte Piſani.

Die Vorgebirge, welche die lange und tiefe Bucht von Spezzia gegen O. und Weſten begrenzen, beſtehen aus Kalkſtein, der von N.-N.-W. nach S.-S.-O. ſtreichend, parallel mit den höheren Rücken gleichen Alters zieht, die mehr im Innern des Landes die zackige Gebirgskette von Carrara, Maſſa und Serravezza zuſammenſetzen und nach einem Zwiſchenraum noch einmal als piſaniſche Berge auftreten. Um letztere zu ſehen wanderte ich über die apuaniſchen Alpen, von Gallicano im Serchio-Thal im Oſten über die Piks von La Pannin und den Paß von Petrosciano nach Stazzemma und Serravezza, und dann an der weſtlichen Zone der Alpen hin über Maſſa und Carrara nach Starzana und nach Spezzia. Hätte ich die Kalkmaſſen in den apuaniſchen Alpen nur in der Form von Dolomiten, Rauchwacke und den verſchiedenſten Arten von Marmor geſehen, wäre ich kaum auf den Gedanken gekommen, ſie für Aequivalente der Jura- und Lias-Gebilde zu halten. Aber ich überzeugte mich, daß alle dieſe kryſtalliniſchen Geſteine, ſelbſt da, wo ſie zu den hohen Gipfeln des Altiſſimo hinanſteigen, nichts anderes, als veränderte Gebilde ſind, die bis zu ihrer Verlängerung an den Piſaniſchen Bergen Verſteinerungen führen. Zu den tiefſten Schichten gehören kryſtalliniſche Schiefer und das „Verrucano“ genannte Conglomerat*) Ueber das geologiſche Aequivalent

*) In den Alpen möchte man verſucht ſein — ſo bemerkt Studer — mehrere Conglomerate, die in räthſelhaften Lagerungs-Verhältniſſen vorkommen, als Reibungs-Producte zu erklären; ſo die Sandſteine, Breccien und Conglomerate, theils Kalkſtein-Trümmer, theils Bruchſtücke von Quarz, Gneiß, Granit einſchließend, die häufig

des Conglomerats wurde viel gestritten; einige Geologen, wie Pilla halten es für paläozoisch, andere — unter diesen Pareto — für einen Repräsentanten des Trias, noch andere endlich (unter ihnen Collegno) für die einfache Basis des Lias. Da bis jetzt in dem Verrucano noch keine fossilen Reste gefunden wurden, so genügt es uns, das Gebilde als die Unterlage der Versteinerungen-führenden Kalksteine der Lias- und Jura-Gruppe anzusehen. Die tiefsten Massen in den Schluchten bei Stazzemma bestehen aus dem wohl bekannten gefleckten „Bardiglio" und aus anderen Marmor-Arten. Sie werden von Schiefern und Quarz-Adern bedeckt, die in dunkle Schiefer mit wahrem Schiefer-Durchgang verändert sind, und deren man sich zu verschiedenen Zwecken bedient. Ueber ihnen erscheinen mächtige Bänke des zelligen „Rauchkalkes," zum Theil in dunkelfarbigen Dolomit übergehend, der pittoreske Felsmassen bildet. Weiter gegen Osten finden sich hellfarbige Kalksteine und Feuerstein, vielleicht Repräsentanten des Neocomien-Kalksteines, bedeckt von Macigno und anderen Gebilden. Zum Beweise, daß die krystallinischen Marmor-Massen von Carrara wirklich veränderte, jurassische Gesteine sind, hat Pilla gezeigt, daß der dunkle, Versteinerungen-führende Kalk des Thales von Techia, der die nämlichen Petrefacten enthält, wie der Marmor von Porto Venere, so weit verfolgt werden kann, bis er die reine weiße Farbe und die krystallinische Beschaffenheit des Marmors von Carrara zeigt. *) Savi gibt zu, daß bei den Felsmassen in den apuanischen Alpen und von Pietre Santine die nämliche allgemeine Reihenfolge wie in den pisanischen Bergen stattfinde. **) Letztere, dessen bin ich gewiß, müssen als jurassisch, oder wie einige Geologen es nennen, als juraliassisch, betrachtet werden zufolge der fossilen Reste, die sie enthalten. In der Parallele von Carrara und weiter nördlich steigen die weißen Marmor-

---

Einlagerungen oder stockförmige Massen in den Kalk- und Flysch-Alpen bilden; vielleicht auch die meist zu größeren Gebirgsmassen angehäuften Conglomerate, die im Innern der Alpen in enger Beziehung zu den krystallinischen Centralmassen stehen. Derselbe Ursprung dürfte auch den Conglomeraten des toscanischen „Verrucano" zukommen. (Vergl. Studer's Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie, II, 170.) Viele der großen Gneiß-Gebirge der Alpen verlaufen sich an ihrer östlichen oder westlichen Auskeilung in talkige Quarzmassen oder in Conglomerate, die man nur als Abänderungen der sie einschließenden, grauen Sandsteine und Schiefer betrachten kann: eine solche vermittelnde Stellung zwischen Gneiß und Macigno nimmt, was schon Savi und Hoffmann beobachteten, der Verrucano ein. (Das., S 151.) Anm. d Bearb.

*) Bull. de la soc. géolog. de France, 1847. vol. IV, pg. 1069.

**) Considerazioni sulla struttura geologica delle Montagne Pietre Santine, dal Prof. Cav. *Paolo Savi*, Pisa, 1847.

Massen, regelmäßige Schichten bildend und verbunden mit Schiefern, zu dem hohen Pik des Altissimo an; sie fallen gegen W. und N.-N.-W. ein, und machen die östliche Grenze eines großen Beckens, das durch die Magra bewässert wird. Den Mittelpunkt desselben nehmen tertiäre und Alluvial-Ablagerungen ein (Caniparolo und Sarzana); auf beiden Seiten erscheinen niedrige Hügel von Macigno, dessen Schichten gegen O. auf Kalksteinen der apuanischen Alpen ruhen, während sie gegen W. das kalkige Vorgebirge bedecken, das die östliche Seite des Golfes von Spezzia bildet.

Untersucht man die Klippen dieses Vorgebirges zwischen dem Ponte Corvo unfern der Mündung des Magra, und der Stadt Spezzia, so sieht man in kleinem Maßstabe alle die Abänderungen von Kalkstein, Schiefer, Breccie, Rauchkalk und Marmor, welche den Gebirgszug zusammensetzen, der den apuanischen Alpen parallel lauft. Meine Forschungen galten namentlich den Gesteinen, die sich südlich vom Capo Corvo über Porto Telaro nach dem alten Fort von St. Bartolommeo ausdehnen; ich beobachtete die nämliche Reihenfolge, wie in den apuanischen Alpen, und war daher alsbald überzeugt, daß es nur eine weniger erhabene, parallele Biegung ähnlicher Felsmassen sey. Die unteren Schichten sind graue, kalkige Schiefer und Kalksteine, zum Theil sehr verändert, bedeckt von einer mächtigen Bank weißen, unreinen „Statuen-Marmors;“ dieser geht nach oben in rothen und weißen Kalkstein über, so wie in ein rothes und grünes Schiefer-Gestein, das große Kalk-Geoden umschließt. Oberhalb dieser kalkigen Gruppe erscheinen quarzige, schiefrige Massen, die deutlich das Gepräge eines erlittenen Metamorphismus tragen; sie haben eine Mächtigkeit von 300 Fuß und erinnern in ihrer Farbe an Serpentin. Ich stieg über einen Theil der Klippen hin, die durch Gruß bedeckt werden, und nahm einen fast schwarzen Kalkstein wahr, mit weißen Adern, wellenförmiger Oberfläche, überlagert von dunkelfarbigen Schiefern, die wohl als Repräsentanten des Kalksteines und Schiefers von Porto Venere an der entgegengesetzten Seite der Bai gelten können. Alsdann folgen die merkwürdigen Felsmassen des zelligen Rauchkalkes, auf welchem sehr malerisch die alte Stadt Porto Telaro ruht. Von hier bis zum Fort von St. Bartolommeo zeigen sich an dem unteren Theil der Klippen Windungen und Brüche der dünn-geschichteten, kieseligen Schiefer (Schiefer von Stazzemma) unterhalb des Rauchkalkes. Sämmtliche Kalk-Gebilde der Reihe werden von einem in vertikaler Richtung zerspaltenen, sehr gestörten Conglomerat bedeckt, das aus Fragmenten aller der genannten Gebilde besteht. Ich habe diese Felsmassen auf der Ostseite des Golfes nur erwähnt, weil sie in petrographischer Hinsicht den Haupt-Gebilden der apuanischen Alpen gleichen, auch eine ähnliche Folge wahrnehmen lassen. Erst an den westlichen Ufern der Bai, in einer anderen parallelen Windung der

Kalksteine, weiter von dem störenden Einfluß der Hauptaxe entfernt, kann man sich einen genaueren Aufschluß über das Alter der Gebilde durch die in ihnen vorkommenden Petrefacten verschaffen. Die schwarzen Kalksteine, mit weißen und gelben Adern, begleitet von Schiefern, aber nicht so sehr metamorphisch wie auf der östlichen Seite der Bai, setzen den Kern des westlichen Vorgebirges zusammen. In hochgeneigten und auf dem Kopf stehenden Schichten ziehen sie sich — von N.-N.-W. nach S.-S.-O. streichend — von dem unausgebauten Fort von Castellana nach dem Eiland Palmaria hin, wo bedeutende Steinbrüche in dem schwarzen und braunen „Marmor von Porto Venere" angelegt sind. Unter den Petrefacten beobachtete ich eine Lima (einer gewissen secundären Art sehr ähnlich) und unvollkommene, Korallen-artige Körper, die hie und da aus der verwitterten Gesteins-Oberfläche fallen. Pilla vergleicht das Gebilde mit den unteren ammonitischen oder liasso-jurassischen Kalksteinen von Como, und führt viele Geschlechter wie Cardita, Pecten, Modiola, Terebratula — an, aber keine Arten.

Ein Querprofil des westlichen Vorgebirges vom Golf südlich von Spezzia über die Berge von Corregna nach Campiglia zeigt eine große Bruch-Linie — dem Gebirgsrücken unregelmäßig parallel ziehend — durch welche die Schichten der dunkelfarbigen Kalksteine und Schiefer auseinander gerissen und ein Theil der Reihe von Porto Venere umgestürzt wurde, so daß er in abweichender Lagerung Felsmassen bedeckt, die sicherlich von jüngerem Alter sind. Sie bestehen aus dunkelgrauen, unter einem Winkel von 45° geneigten Dolomiten und Kalksteinen und aus einem sehr dünngeschichteten, rothen und grauen Kalkstein, dessen Fallwinkel bis zu 70° O.-N.-O. und O. zunimmt. Hauptsächlich in dieser Gruppe kommen die nämlichen fossilen Reste (Ammoniten und andere eigenthümliche Formen) wie bei Spezzia vor, die de la Beche aufgezählt hat.

Die Petrefacten-führende Zone wird von mürben Schiefern und von verwitterten Kalksteinen unterteuft, auf die (nach unten) abwechselnde Schichten von grauem, kalkigem Sandstein, rothen und weißen Schiefern folgen, in welchen leider keine fossile Reste sich finden; die kalkige Gruppe grenzt an einen Wall von Sand- und Conglomerat-Gebilden, auf denen das Dorf Campiglia steht. Diese Schichten, nachdem sie unter einem Winkel von 80° alle älteren Gesteine unterteuften, stehen alsdann auf dem Kopf und fallen endlich nach W. ein, die Basis aller Macigno-Sandstein-Hügel bildend. Wir sehen demnach, wie das Conglomerat und der mit ihm verbundene Macigno an allen den beträchtlichen Hebungen und Biegungen Theil nehmen, welche die älteren Kalksteine der apuanischen Alpen und von Spezzia erlitten.

Es ist bekannt, daß der Macigno jener Gegend wegen seiner petrographischen Beschaffenheit und seiner Lagerung für das älteste Gestein ge-

halten wurde; ob er aber eine Abtheilung der Kreide-Gruppe vertritt oder jünger ist, kann — in Ermangelung fossiler Reste — nicht gesagt werden. Daß er sich in umgestürzter Lage befindet, hat schon Pilla bemerkt.*) Er erwähnt bei Aufzählung der Petrefacten aus den oberen Jura-Gebilden von Corregna Ammonites Tatricus und Nerinea; von dem Vorkommen des ersteren überzeugte ich mich selbst und zweifle daher nicht, daß die fraglichen Schichten den „ammonitico rosso“ oder Oxford-Gestein der Alpen vertreten, und daß die zwischen demselben und dem Macigno erscheinenden Massen unvollkommene, Versteinerungs-leere Aequivalente eines Gliedes der Kreide-Gruppe sind. Ich füge noch meine Vermuthung bei, daß die tiefe Bucht von Spezzia sich in einer synklinalen Macigno-Mulde bildete, während die Härte vom unteren Kalksteine und Marmor Widerstand leistete, und zerbrochene antiklinale Massen zu beiden Seiten der Bai ausmachte. Weiter östlich sehen wir eine parallele und breitere synklinale Mulde, das Thal der Magra, das in ähnlichem Macigno ausgewaschen wurde, von einigen übrig gebliebenen Tertiär-Schichten bedeckt. Eine Wanderung über die große Antiklinale der apuanischen Alpen in das Serchio-Thal hinab bringt uns zu einer dritten, ähnlichen Mulde, auf deren östlicher Seite der Macigno zu beträchtlichen Höhen ansteigt.

Ich habe diese Skizze der allgemeinen Lagerungs-Verhältnisse in jenem Landstrich des nördlichen Italiens gegeben, nicht allein weil die ältesten bekannten Kalksteine in den Apenninen hier in parallelen, antiklinalen Linien erscheinen, sondern weil auch die Umrisse, die Rücken und Furchen uns gleichsam den Schlüssel zum Gebirgsbau in den Apenninen verschaffen. In Wahrheit, die italienische Halbinsel wird nicht durch eine Hauptaxe, sondern durch eine häufige Wiederholung von Axen charakterisirt; die Gesteine, welche sie zusammensetzen, zeigen sich oft verändert, gestört und von jüngeren Ablagerungen bedeckt, während ältere Gesteine nur mit Unterbrechungen zu Tage gehen, wenn man die Kette von N.-N.-W. nach S.-S.-O. verfolgt. Bis jetzt hat man in den bergigen Gegenden zwischen Lucca und Parma, oder in den Umgebungen von Genua noch keine Jura-Gebilde entdeckt, weil dort allenthalben Kalksteine und Macigno-Sandsteine vorherrschen.

In einem anderen Theil Toscana's untersuchte ich in Gesellschaft von Pilla und Coquand die Axe jurassischer Gesteine, welche bei Campiglia in der Berührung mit Granit-Massen in Dome krystallinischen weißen Marmors umgewandelt sind. Letzterer unterteuft an seinem Gehänge dünnen, geschichteten Kalkstein mit Encriniten und von Schiefern bedeckt, und führt Posidonia Josiae. Die jurassische Gruppe ist offenbar die Verlängerung

*) Bull. de la Soc. Géol. de France, vol. IV, pg. 1069.

einer der oben erwähnten Zonen der apuaniſchen Alpen und piſaniſchen Berge.*) Das Vorhandenſeyn ächter juraſſiſcher Geſteine wurde durch E. de Vecchi am Monte Cetona und in einer anderen Parallele zwiſchen der Maremma und den Apenninen nachgewieſen. Der Kern jenes Berges beſteht offenbar aus dem nämlichen Oxford-Kalkſtein mit Ammonites Tatricus, welcher auch die obere Gruppe von Spezzia zuſammenſetzt. In einer anderen Parallele wird die Berggruppe zwiſchen der Maremma und Siena aus weißem, rothem und gelbem Marmor (dem „montagnuolo Senese") gebildet; das Ganze ruht auf einem Conglomerat und ſcheint die Jura-Reihe zu vertreten; über ihm geht die Scaglia zu Tage. Verſteinerungen konnte ich keine auffinden.

Verfolgt man die Hauptrücken der Apenninen weiter gegen Süden, ſo treten hie und da iſolirte Parthieen juraſſiſcher Geſteine unter den ſie bedeckenden Gebilden hervor. Ammoniten, zumal A. elegans, kommen in den Bergen öſtlich von Perugia und in dem rothen Marmor vom Monte Balbo weſtlich von Perugia, vor. Ammonites Tatricus und andere Formen der Oxford-Gruppe finden ſich in den Kalkſteinen des Monte Subaſio, öſtlich von Aſſiſi und bei La Roſſa zwiſchen Foſſato und Fimbriano. Dort treten alſo, wie in den apuaniſchen Alpen und bei Spezzia, ſolche ammonitiſche Geſteine als Axen unter den Mulden jüngerer Gebilde hervor, indem die Gehänge der Berge meiſtens von mächtigen Macigno-Ablagerungen bedeckt werden.

Bei Ceſi unfern Terni, ganz am weſtlichen Ende der Apenninen, beobachtete ich rothen Kalkſtein und Schiefer, zum Theil ununterſcheidbar von dem „ammonitico rosso" der venetianiſchen Alpen oder von Spezzia; er führt charakteriſtiſche Petrefacten, wie Ammonites Tatricus, A. biplex u. ſ. w. Die rothen ammonitiſchen Geſteine von Ceſi, die ſicherlich der Oxford-Gruppe angehören, ruhen auf grauem, vielleicht tauſend Fuß mächtigem Kalkſtein, der Quarz oder Feuerſtein-Knollen enthält; ſie werden von plattenförmigem Kalkſtein und Dolomit-Maſſen bedeckt. Hätte man nun nicht die Verſteinerungen in dieſer rothen Zone — kein häufiges Phänomen in den Apenninen — gefunden, wie würde man das Alter der Schichten geahnt haben? Ein unangenehmes Gefühl ergreift den Geologen, wenn er Tagelang in dieſen Bergen wandert, ohne auch nur die Spur einer Verſteinerung zu finden. Die Ammoniten von Ceſi ſind deßhalb von unſchätzbarem Werth. Die paläontologiſchen Forſchungen von Ponzi in dem öſtlichen Theil des

*) Manche Phänomene an den Gehängen der Granit-Maſſen von Campiglia und des Vorgebirges von Piombino gleichen in hohem Grade denen auf der nachbarlichen Inſel Elba; Eiſenerze-führende Geſteine kommen gleichfalls vor.

Kirchenstaates werden, vereint mit den mineralogischen Schilderungen der vulkanischen und krystallinischen Gebilde durch Medici Spada, und nebst den Arbeiten eines C. Spada und Orsini über die adriatische Seite der großen Apenninen-Axe, neues Licht über den uns beschäftigenden Gegenstand verbreiten. Ponzi versicherte mich, daß — so schwer auch eine Trennung solcher Gesteine in petrographischer Hinsicht sei — es zahlreiche Stellen längs des westlichen Endes vom Hauptrücken der Apenninen (von Scheggia und dem Monte Cucco in N.-N.-W. über Fossato Gualdo nach dem Col Fiorito in S.-S.-O.) gibt, wo Kalksteine mit jurassischen Ammoniten vorkommen, und allenthalben die Kreide-Gebilde unterteufen. Der genannte Rücken zieht parallel mit anderen gleichen Alters, nämlich: 1) dem von Monte Subasio und seiner Verlängerung auf der Ostseite des Spoleto-Thales; 2) dem von Cesi, westlich von Terni, und 3) dem vom Monte Cetona. Ein vierter dürfte sich in der toscanischen Maremma finden. Solche Thatsachen beweisen zur Genüge das vorwaltende Auftreten von Rücken und Mulden in der Richtung aus N.-N.-W. nach S.-S.-O., in welche ein großer Theil der Halbinsel zerfällt. Anhaltende Untersuchungen allein können darthun, bis zu welcher Ausdehnung jurassische Gesteine — den fossilen Resten gemäß — von Neocomien und Kreide zu trennen sind.

Es ist wohl kein Zweifel, daß unter den zahlreichen Abänderungen von Marmor in Italien der gemeine „cottanello“ — aus welchem die Säulen der Façade von St. Peter bestehen — so wie die „breccia di Simone“ einfache, römische Repräsentanten des „ammonitico rosso“ oder Oxford-Gebildes sind.

Ueber die Verbreitung, welche jurassischen Gesteinen von der bergigen Region der Central-Apenninen (die sich von dem hohen Sibilla und Leonessa bis in das Königreich Neapel zieht), eigen, ist nur Weniges bekannt. Orsini und Alessandro Spada haben nachgewiesen, daß auf der Ostseite der Axe jurassische Gebilde vorkommen; die höchsten Punkte bestehen aus Kreide oder Neocomien. Eigene Beobachtungen überzeugten mich, daß die von Collegno auf seiner Karte als jurassische bezeichnete Berggruppe, die sich von Civita Castellana nach Gaeta erstreckt, zur Kreide, und zwar zu den um Neapel auftretenden Felsmassen gehört.*) Die tiefsten Schichten an dem großen Vorgebirge an der Südseite der Bai von Neapel, und namentlich die bituminösen Kalksteine von Torre Orlando betrachtet

*) Collegno hat seitdem seinen Irrthum eingesehen, und unterrichtete mich davon, bevor ich die Gegend besuchte. Bei einer größeren Karte sind im Anfang derartige Fehler unvermeidlich und Collegno verdient jedenfalls großen Dank für das geologische Gemälde seiner heimathlichen Gegend, das er entworfen.

Agaſſiz als juraſſiſch, da ſie Pycnodus rhombus *(Ag.)*, Notagogus Pentlandi *(Ag.)* u. ſ. w. enthalten. Dagegen dürften einige tiefere Schichten im Val Giffoni, öſtlich von Rocera, zum Lias gerechnet werden, denn ſie führen nach P. Egerton*) verſchiedene Fiſch-Reſte, nämlich Semionotus Pentlandi *(Egert.)*, S. pustulifer und S. minutus *(Egert.)*.

Kreide-Gebilde in Italien.

Eine ſcharfe Unterſcheidung zwiſchen Kreide und Jura-Gebilden in Italien iſt, aus ſchon angegebenen Gründen, ſelten und nur dann möglich, wo die eine oder andere Gruppe Verſteinerungen enthält, vergleichbar mit bekannten Leitmuſcheln der Alpen. Bei Nizza im Weſten, bei Mailand im Mittelpunkt, und im Vicentiniſchen im Oſten finden wir ſolche Stellen. Verläßt man aber den Saum der Berge und gelangt weiter nach Italien, ſo treffen wir auf weite Strecken hin keine Spur eines foſſilen Reſtes, der uns über das Vorhandenſeyn der Kreide-Formation Aufſchluß gewähren könnte. Wir ſehen uns umgeben von breiten, wellenförmigen Höhen, aus Sandſtein, Schiefer und unreinem Kalkſtein beſtehend, deren manche gar ſehr an den Flyſch der Alpen erinnern. Pareto's geognoſtiſche Karte von Ligurien (von Nizza bis Spezzia) und das ſie begleitende Werk**) erklären zur Genüge, wie hier ſelbſt ein ausgezeichneter, mit ſeinem Heimathlande vertrauter Geolog mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Bei Nizza zeigt ſich eine deutliche Reihefolge von dem Neocomien-Kalkſtein durch Grünſand und Kreide bis in die nummulitiſchen Schichten. Aber in der ganzen Gegend öſtlich und weſtlich von Genua werden die ſchieferigen, harten Kalkplatten (Albereſe) und die Macigno-Sandſteine als ein höheres Glied der ſecundären Epoche zuſammengefaßt.

---

*) Proc. of the Géol. Soc. of Lond. vol. IV, pag. 183.

**) Pareto betrachtet in den „Cenni geologici sulla Liguria Marittima“ (pg. 30 — 47) ſämmtlichen Macigno und Albereſe Liguriens als der Kreide- und ſecundären Epoche angehörig, weil ſie Fucoiden führen und nirgends Nummuliten enthalten. Was letztere betrifft, ſo ſieht er die unterſte große Bank von Nizza gleichfalls für Kreide an, weil ſie auf einen Repräſentanten der weißen Kreide folgt, der grüne Körner in Menge umſchließt. Es iſt jedoch kein Zweifel, daß das nummulitiſche Geſtein von Nizza eocen und tertiär iſt, und auf einem Vertreter der weißen Kreide mit Inoceramen ruht. Das Alter der an Verſteinerungen leeren Macigno und Albereſe von Genovesato mit Sicherheit zu beſtimmen, bleibt eine reine Unmöglichkeit, da überdieß die genannten Gebilde nach allen Richtungen von Serpentin und anderen eruptiven Maſſen durchdrungen ſind. Möglich, daß ein Theil der Kreide angehört und ein anderer der Nummuliten-Gruppe. Die nämlichen Fucoiden-Arten, die ſich in den Alpen noch in den eocenen Ablagerungen finden, und bis in die untere Kreide des nördlichen Italiens reichen, können nicht als bezeichnend für das Alter der fraglichen Gebilde angeſehen werden.

In den Euganeen finden wir charakteristische Petrefacten der Kreide-Formation. Von dem Hauptgebirge durch eine Mulde tertiärer Ablagerungen im Vicentinischen getrennt, ist diese Berggruppe — aus Trachyten und der Scaglia bestehend — wegen der Nähe von Padua durch Forschungen dortiger Geologen bereits bekannt. Da Rio*) gebührt namentlich das Verdienst, in seinem ausführlichen Werke, im Verein mit Catullo und Anderen, eine Schilderung der sogenannten pseudo-vulkanischen Phänomene jener Gegend, so wie eine Aufzählung der dortigen fossilen Reste gegeben zu haben. Indessen konnte man auf die Beschreibung der letzteren hin geologische Abtheilungen in den secundären Gebilden versuchen, obwohl die Schichten mit Ammonites, Belemnites und gewissen Echiniten (Ananchytes ovatus) von den Nummuliten-führenden Gesteinen getrennt wurden, welche da Rio — der Ansicht Brongniart's folgend — für tertiäre hält. Neuere Untersuchungen Passini's und Catullo's, namentlich aber Zigno's haben dargethan, daß die Kalkmassen — früher unter dem Namen graue, weiße und rothe Scaglia bekannt — ihren Petrefacten gemäß in zwei Formationen zerfallen. Die untere repräsentirt das Oxforder-Gebilde, den „ammonitico rosso" der Alpen; sie enthält Ammonites Hommairi *(d'Orb.)*, A. biplex *(Sow.)* und A. Zigoanus *(d'Orb.)* Die nächste Ablagerung, Neocomien, bildet die Basis des Kreide-Systemes und wird charakterisirt durch Crioceras Duvalii, Belemnites dilatatus *(Blainv.)*, Ammonites cryptoceras *(d'Orb.)*, A. Astierianus *(d'Orb.)* und A. infundibulum *(d'Orb.)* Alsdann folgt das als „Aptien" Gebiet von d'Orbigny bezeichnete Gebilde: es enthält den Hippurites neocomiensis, Sphaerulites und Ammonites Guettardi. Die obersten Schichten bestehen aus Scaglia, welche die weiße Kreide vertritt, mit Inoceramus Lamarckii, Ananchytes tuberculatus, Holaster u. s. w.

Zigno hat in seiner Beschreibung des „terreno cretaceo" der venetianischen Alpen, welches in der Monfenera entwickelt ist, die vollständige Reihenfolge aller Glieder des Kreide-Systemes im nördlichen Italien gezeigt. Indem er die „biancone" der „majolica"**) von Mailand

*) Orittologia Euganea del Nobile Niccolo da Rio; 1836.

**) Auf dem rechten Piave-Ufer gehen die Schichten der rothen Scaglia in eine andere Gesteins-Gruppe über, welche sich durch Farbe und Structur wesentlich unterscheiden. Sie sind meist grau, von muscheligem Bruch und wechsellagern mit dünnen Schichten thonigen Mergels und bräunlichen Kalksteins mit Feuerstein-Knollen. Alle diese Gebilde gehen in einen grauen, an Fucoiden reichen Sandstein über; mit diesem kommen Bänke eines Kalkes vor, der mit späthigen Punkten und Adern durchzogen ist, die ihm ein krystallinisches Ansehen geben, außerdem erscheint ein dichtes weißes Gestein mit muscheligem Bruch, das unter dem Namen „Biancone" oder „Marmo majolica" bekannt ist. Vergl. A. de Zigno sul terreno cretaceo dell' Italia settentrionale. Anm. d. Bearb.

gleichstellt, beweist er durch mehrere Arten von Crioceras und Ammonites, die von d'Orbigny aus dem Neocomien der Provence bekannt gemacht wurden, daß die italienischen Kalksteine, welche die Basis der Kreide-Gebilde ausmachen, vollkommen verschieden sind von der sie bedeckenden rothen und grauen Scaglia, und von dem Oxford-Gestein oder „ammonitico rosso" unter ihnen. Ich kann mit den italienischen Geologen darin nicht übereinstimmen, wenn sie behaupten, daß ein Kalkstein zwischen dem Neocomien und der oberen Scaglia Nummuliten führe. Denn eine nähere Untersuchung zeigt bald, daß alle die muthmaßlichen Nummuliten*), die namentlich in den oberen Schichten solcher Kreide-Kalksteine erscheinen Foraminiferen-Geschlechter sind, (hauptsächlich Orbitolites); die zwischen dem sogenannten Neocomien und der Scaglia auftretende Sandstein-Schichte erinnert an jene der Profile der baierischen Alpen und vom Grünten.

In den Euganeen wie in den venetianischen Alpen, wird das obere Glied der Kreide von den wohlbekannten unter-tertiären, nummulitischen Gebilden des Vicentinischen bedeckt, in welchen viele Nummuliten-Arten vorkommen, zugleich mit Turbinolia und anderen Versteinerungen. Die tertiäre Gruppe zieht sich bis zu den Hügeln südlich von Vicenza, und bildet einen Theil der oben erwähnten tertiären Ablagerungen. Verläßt man aber die Euganeen, und wandert über die zwischen ihnen und dem Mittelpunkt der Apenninen ausgebreiteten Ebenen, so ändert sich der geognostische Charakter der Gegend bald. Die Kalksteine — deren manche vielleicht obere Glieder des Kreide-Systemes vertreten mögen — werden von Serpentinen durchbrochen und enthalten kaum eine Spur fossiler Reste. Vergebens forscht der Geolog in den Kalkstein-Bergen zwischen Bologna und Florenz, oder an der Axe zwischen Ligurien und Piemont; mit Mühe entdeckt er wenige Fucoiden und selbst die großen Massen des mit jenen Gebilden verbundenen

*) Vergl. „Sul Terreno Cretaceo dell' Italia Settentrionale;" Padua, 1846. Auf der Naturforscher-Versammlung zu Venedig im Jahre 1847 bemühete ich mich vergebens, Nummuliten in dem fraglichen Kreide-Gebilde aufzufinden. Unter den unzweideutigen Neocomien-Petrefacten d'Orbigny's, welche Zigno aufführt, sind: Ammonites asterianus, A. Guettardi, A. mocilentus, A. Juiletti, A. inaequalicostatus, A. Grasianus, A. Morelianus, A. subfimbriatus, A. reticostatus, A. Matheroni, A. Terverii, A. bidichotomus, (*Leym.*), Belemnites dilatatus *(Blainv.)*, B. latus *(Bl.)*, Crioceras Emerici, *(d'Orb.)*, C. Duvalii *(Léveillé)*, und C. da Rio *(Zigno.)* Außerdem kommen noch zwei Arten von Aptychus und Spatangus retusus vor. L. v. Buch glaubt, daß einer der Aptychus auch in dem oberen Jura sich einstelle. Zeuschner führt in seiner oben erwähnten Schrift zwei jurassische Aptychus-Arten an und Terebratula diphya, die sich in Gesellschaft vieler Neocomien-Petrefacten in dem nämlichen Karpathen-Gebilde finden — eine Anomalie, die ich bereits zu erklären versuchte.

Macigno bieten keine Ausbeute. Indeſſen, ſo ſelten auch Petrefacten ſind, hat man dennoch einige aufgefunden. Der Hamites Micheli von Fieſole und zwei von Pentland und Pareto nachgewieſene Ammoniten, genügen — in der Ermangelung anderer Petrefacten — um mir zu beweiſen, daß hier eine Zone verbreitet iſt von eigenthümlicher petrographiſcher Beſchaffenheit, welche das Kreide-Syſtem vertritt, wie am nördlichen Gehänge der Karpathen. Ich betrachte die fragliche Gruppe als ein Aequivalent des oberen Grünſandes und der Kreide, der ſchon viele der Charaktere des Flyſch oder Macigno der Kreide-Ablagerungen von Goſau eigen ſind. Doch kann ich keineswegs mit Savi übereinſtimmen, der allen Macigno zur Kreide rechnet. Ich bin im Gegentheil überzeugt, daß die bedeutendſten Maſſen dieſes Gebildes — beſonders da wo es mit Nummuliten-Geſteinen in Berührung tritt, oder ſolche bedeckt — der eocenen Epoche angehören. Die Schichten von Perolla bei Maſſa Marittima, welche die von Pilla abgebildete Gryphaea enthalten, repräſentiren nach meiner Anſicht die höchſte Kreide-Stufe, oder bilden den Uebergang in die tiefſten Tertiär-Schichten.

Wahre Aequivalente des Neocomien ſind, wie geſagt, im nördlichen Italien ſelten. Lagerungsweiſe und petrographiſche Charaktere der Geſteine, welche den „Prato Fiorito“ genannten Berg unweit Lucca zuſammenſetzen, ſcheinen für Neocomien zu ſprechen. Sie beſtehen aus dichten hellfarbigen Kalkſteinen, reich an Feuerſtein, und erinnern an den „biancone“ in den venetianiſchen Alpen, welcher gleichen Alters iſt. Ueber den Kalkſteinen liegen Schichten von unreinem, ſandigem Kalkſtein, von Schiefer und rother Scaglia, die wohl für Vertreter des Grünſandes und der Kreide gelten können. Die großen Maſſen von Macigno, welche die ganze Reihe bedecken, bilden die höchſten Gipfel der angrenzenden Berge. Auf dieſe folgen eigenthümliche Kalk-Conglomerate, die den gewöhnlichen Platz der Haupt-Nummuliten-Zone Italiens einzunehmen ſcheinen. Nach langem Suchen konnte ich nur den undeutlichen Abdruck eines Crioceras nahe an dem Gipfel des muthmaßlichen Neocomien finden. Fucoiden kommen auf den Klüften des unreinen, der Scaglia ähnlichen Kalkſteines vor, der die große Macigno-Ablagerung unterteuft.

Auf ſolche Schwierigkeiten ſtößt der Geolog bei dem Verſuch, die Aequivalente der Kreide-Gebilde in Ligurien, Modena, Lucca und Toscana aufzufinden, und deren Verhältniſſe zu den ſie bedeckenden und unterteufenden Felsmaſſen zu ermitteln. Dagegen erſcheinen in dem ſüdlicheren Zug der Apenninen nicht allein hie und da ächte Kreide-Ablagerungen, ſondern ſie gewinnen auch ihre eigenthümlichen Charaktere wieder, führen bezeichnende Petrefacten und ſetzen beträchtliche Bergmaſſen im ſüdlichen Italien zuſammen. Im Kirchenſtaate bilden dieſe Kalkſteine, unter manchen Windungen und

Brüchen, die Hauptketten, welche die Thäler von Umbria, die Sabiner Berge (Tivoli, Subiaco und Paleſtrina) begrenzen, ſo wie die nach Gaeta und Neapel ſich ausdehnenden Volsker-Berge. Obwohl dieſe Geſteine in ihrer oberen Abtheilung hauptſächlich durch Hippuriten charakteriſirt werden, vermag ich dennoch nicht mit Beſtimmtheit anzugeben, in wie fern ſie zu trennen ſeyen in einzelne Formationen, die den Neocomien oder unteren Grünſand vertreten und den oberen Grünſand und die Kreide. Doch will ich das Vorkommen von nummulitiſchen Gebilden und von Macigno oberhalb des Hippuriten-Kalkſteines in den Sabiner Bergen beſchreiben. In den Kalkſteinen von Gaeta, ſie ſeyen nun kryſtalliniſch, grobkörnig oder dicht, fand ich viele Hippuriten. Die nämlichen Geſteine, den Monte Marzo bei St. Agata zuſammenſetzend, werden von dünngeſchichteten, bituminöſen, dunkelfarbigen Kalkſteinen bedeckt, die vielleicht den Neocomien repräſentiren. Die juraſſiſchen Kalkſteine von Sorrento beſitzen große Mächtigkeit und führen Hippuriten; die ganze, eben genannte Gruppe unterteuft den Macigno.

Ueber die eocenen Ablagerungen in Italien und deren Verhältniſſe.

Dieſe Gruppe, welche in den venetianiſchen Alpen, im Vicentiniſchen und in den Euganeen ſo deutlich oberhalb der Kreide-Gebilde entwickelt iſt, wurde ſchon vielfach beſchrieben. Namentlich kennt man ihre Beziehungen in den Umgebungen von Nizza.*) Um ſo auffallender ſind die Phänomene, welche die Gebilde in anderen, angrenzenden Gegenden zeigen: ihre petrographiſche Beſchaffenheit ändert ſich gänzlich, und faſt vollſtändiger Mangel

*) In Geſellſchaft Lyell's beſuchte ich Nizza im Jahre 1828; ſeitdem haben wir in der Kenntniß der Geſteine in dortiger Gegend bedeutende Fortſchritte gemacht. Ich erinnere mich der Verhältniſſe hinreichend, um die Schilderungen von Pareto und Perez würdigen zu können. Letzterer gab nämlich auf der Verſammlung italieniſcher Naturforſcher zu Genua einen ausführlichen Bericht über die dortigen nummulitiſchen Ablagerungen; während er aber einräumte, daß der größere Theil der nummulitiſchen Petrefacten eocene ſeyen, rechnete er ſie doch — der herrſchenden Anſicht weichend — zur Kreide-Formation, ſo wie den angrenzenden Macigno der Meeresalpen, welcher die Nummuliten-Gebilde bedeckt. Die Profile deſſelben ſtimmen im Allgemeinen ſehr mit meinen Beobachtungen in den Alpen und in den Apenninen überein; ich bemerke daher nur, daß ſie eine Reihenfolge von verſchiedenen, Nummuliten-führenden Schichten wahrnehmen laſſen, deren unterſte auf Gebilden (oft Grünſand) ruhen, welche die Inoceramen der Kreide führen, oder an anderen Stellen andere Petrefacten der oberen Kreide-Gruppe. Ein Kalkſtein mit Neocomien-Verſteinerungen, und ein anderer mit foſſilen Reſten der Oxford-Gebilde, vervollſtändigen die Analogie mit den Profilen in den venetianiſchen Alpen. Perez glaubt, daß der Macigno der Meeresalpen allenthalben jünger ſey, als der nummulitiſche Kalkſtein.

an foſſilen Reſten tritt ein, wie es in Ligurien, Modena und Toscana der Fall. Im Allgemeinen findet ſich eine große Aehnlichkeit im äußeren Anſehen zwiſchen dem Macigno der Italiener und dem Flyſch- und Wiener Sandſtein der Schweizer und öſterreichiſchen Geologen. In den Apenninen und in den Alpen kommt — wie ich ſchon oben bemerkte — ein feinkörniger, glimmeriger Sandſtein vor, der dem gewöhnlichen Macigno ſehr gleicht; ſein Alter — er mag nun der Kreide- oder der eocenen Periode angehören — iſt zweifelhaft. Ich habe hier nur jenen Macigno im Auge, der — wo keine Umſtürzungen ſtatt hatten — zwiſchen oder über den nummulitiſchen Geſteinen erſcheint. Betrachten wir die Umgebungen von Florenz, ſo finden wir, daß — obwohl in der Nähe der Stadt eine aus Kreide-Maſſen beſtehende Baſis fehlt — die ganze toscaniſche Reihe von Albereſe und Macigno-Sandſteinen auf ſecundärem (juraſſiſchem) Kalkſtein ruht, und eine ziemliche Verbreitung beſitzt, in den piſaniſchen Bergen im Weſten, beim Monte Cetona und bei Campiglia im Süden, und in den Central-Apenninen am Monte Verame und Citta di Caſtello im Oſten. Wahrſcheinlich gehörte die untere Abtheilung in Toscana dem, keine Verſteinerungen-enthaltenden Repräſentanten der oberſten Kreide-Schichten an. Die Bezeichnung „Albereſe“ iſt ſo weit ausgedehnt auf jeden hellfarbigen Kalkſtein, der den Macigno unterteuft oder mit ihm wechſellagert, und hie und da Fucoiden enthält, daß es ſehr gewagt ſeyn würde, in an foſſilen Reſten ſo armen Gegenden eine Grenze zwiſchen ſecundären und tertiären Gebilden zu ziehen. Wir haben hier nicht, wie in den Alpen, einen Verſteinerungen-führenden Neocomien-Kalkſtein, den Repräſentanten des unteren Grünſands, noch irgend eine Ablagerung, wie die alpiniſchen Aequivalente des oberen Grünſand und der Kreide. Aber ſo dunkel die Verhältniſſe der Reihe in abſteigender Ordnung ſind — wer die Gebirgskette von Bologna nach Florenz durchwandert, wird ſich davon überzeugen — bieten dieſe Gegenden dennoch einen genauen Vergleichungs-Punkt mit den Alpen in der großen petrographiſchen Aehnlichkeit des oberen Macigno mit dem Flyſch der Schweizer. Auch erinnern ſie deßhalb an gewiſſe Alpen-Regionen, weil zwiſchen den unterſten Schichten, in denen Nummuliten vorkommen, und den ober und unter ihnen liegenden Gebilden keine ſcharfe Grenze iſt. Als Beweis dient der Umſtand, daß Pilla unter dem Namen „Hetrur-Formation“ eine Reihe von Gebilden zuſammenfaßte, die — wie ihn ſpätere Unterſuchungen überzeugten — in ihrer unteren Abtheilung aus zur Kreide gehörigen Maſſen beſtehen, während der obere Theil eine eigenthümliche Zwiſchen-Bildung ausmacht. Da demnach das hetruriſche Syſtem — nach dem, an organiſchen Reſten ärmſten Landſtrich Europas ſo benannt — ſecundäre und tertiäre Gebilde

in ſich begreift, ſo bleibt es nicht zweifelhaft, daß eine ſolche Bezeichnung in der Geologie keine Anwendung finden dürfe.

Während alſo einige der tiefſten Albereſe- und Macigno-Schichten als zweideutige Kreide-Ablagerungen gelten können, vertritt der obere Theil von Pilla's Hetrur-Formation vollſtändig die eocene Gruppe der Alpen; gleich dieſer, enthält er an vielen Orten nummulitiſche Zwiſchen-Bildungen, und wird von mächtigen Bänken des Macigno-Sandſteines bedeckt.

Die Schilderung, welche Pilla gibt, beſtimmte mich, die nummulitiſchen Kalkſteine von Mosciano bei Florenz zu beſuchen.*) Die Verhältniſſe verdienen allerdings die Aufmerkſamkeit der Geologen. Die tiefſte Schichte bildet grauer Kalkſtein oder Albereſe, mit Fucoiden; auf ihn folgen Schiefer, dann nummulitiſche Kalkſteine, endlich beträchtliche Maſſen von Macigno-Sandſtein, welche die Hügel von St. Martino zuſammenſetzen. Die tiefſten Schichten bei Calcinajo beſtehen aus dünngeſchichteten, hellfarbigen Kalkſteinen von muſcheligem Bruch, mit Mergel-Lagen, die Fucoides intricatus und F. Targioni führen.**) Die Kalkſteine, mit Schiefern oder Mergel wechſellagernd, bilden einen niedrigen Dom, deſſen ſüdliche Seite unter anderen Schiefern von ſchwarzer und rother Farbe, dem „Galeſtro" der Umwohner, einfällt, bedeckt von dünnen Streifen glimmerigen Sandſteines (Macigno).***)

Alsdann folgen lichtegraue Kalkſteine in Schichten von vier bis fünf Fuß Mächtigkeit, die kleine Nummuliten (N. globulus?) enthalten, ſo wie kleine Foraminiferen, und in den oberſten Lagen Fragmente eines älteren Kalkſteines. Dieſe Maſſen gehen allmälig nach oben in plattenförmige, ſandige Kalkſteine über, welche den Uebergang in die mächtig entwickelten Macigno-Maſſen bilden. An der Baſis der Sandſteine erſcheinen Conglomerat-Bänke, die Brocken von Quarz und Diallage enthalten, darüber liegen die Macigno-Sandſteine, die — nur an ihrer Oberfläche durch die Verwitterung weiß werdend — im friſchen Bruch die graue Farbe des Macigno zeigen. Sämmtliche Gebilde beſitzen eine gleichförmige Lagerung, und von St. Martino bis gegen die Gipfel der Hügel fallen ſie nach S.-S.-O. unter allmälig abnehmenden Winkeln von 20° bis 10° ein. Es iſt alſo klar, wie die hier in einer untern Abtheilung des Macigno auftretenden Nummuliten-Gebilde deutlich von einer anderen, mächtigeren Ablagerung des Macigno bedeckt werden.

---

*) Ich ward begleitet von C. Torrigiani und Targioni-Tozzetti.

**) Wo dieſe Kalkſteine ſich von blaugrauer Farbe zeigen, werden ſie, zum Unterſchied von den weißen Maſſen des „Albereſe" als „Colombino" bezeichnet.

***) Vergl. das Profil, welches Pilla in ſeinem Werke „Distincione del Terreno Etruri trà piani secondari del mezzo-giorno di Europa; Pisa, 1846, Tav. III, fig. 3, und Mem. de la soc. géol. de France, vol. II (2 nd. ser). pg. 163.

Nach meiner Ansicht stehen diese Gebilde auf derselben Parallele, wie die nummulitische und Flysch-Gruppe der Alpen.

Die Hügel bei Pistoja und andere Orte in den Umgebungen des Arno-Thales lassen gute Macigno-Profile wahrnehmen; allenthalben erscheint der glimmerige, etwas Kalkerde-haltige Sandstein mit Körnern schwarzen Schiefers, dessen man sich in der ganzen Gegend als eines trefflichen Bausteines bedient. An mehreren Orten nördlich von den pisanischen Bergen fällt er abwärts von den ihn unterteufenden Kalkmassen. Leider gestattet der Mangel an Petrefacten zwischen der ammonitischen Gruppe der Kalk-Gebilde und den tiefsten Schichten des ächten Macigno — als Zwischen-Bildung erscheint dichter Kalkstein mit Feuerstein-Knollen — durchaus keine nähere Vergleichung.*) Steigt man das Arno-Thal oberhalb Florenz hinan, so bemerkt man besonders zwischen Ponte Siave und Incisa mächtige Bänke von Albereſe-Kalkstein, welche starke Windungen zeigen und unter den beträchtlichen Ablagerungen des Macigno einfallen; am Monte Consuma treten — wie schon Pilla gezeigt hat — zwischen letzteren zwei oder drei Streifen nummulitischen Kalksteines auf.

Die ungeheuren Macigno-Massen, welche die Seiten des oberen Tiber-Thales unfern Arezzo bilden und sich von da bis in die Umgebungen von Perugia ziehen, können bis zu den Gehängen der höchsten Apenninen verfolgt werden, wo sie ihre Stelle auf secundären Kalksteinen einnehmen. Namentlich ist der Macigno zwischen Perugia und Arezzo sehr entwickelt; er wechsellagert mit untergeordneten Kalkstein-Streifen und ist selbst oft kalkhaltig. Er bildet dort eine weite Mulde, begrenzt von den secundären Kalksteinen des Monte Cetona im Westen und durch die Apenninen im

*) Vergl. Sulla costituzione geologica dei monti Pisani, memoria del Prof. Cav. *Paolo Savi;* Pisa, 1846. Savi zeigt, den Nummuliten-Kalk als oberstes Glied der Kreide-Gruppe betrachtend, daß er auf Albereſe mit Fucoiden und ohne Feuerstein, auf Macigno-Sandstein, auf thonigen Schiefern und gefleckten Kalkstein mit Fucoiden ruht. Unterhalb dieser oberen Abtheilung finden sich andere, dunkelfarbige Kalksteine mit Fucoiden und Feuerstein-Knollen, die Basis der Kreide-Ablagerungen bildend. Zu der Jura-Formation rechnet Savi, als oberstes Glied derselben einen lichtegrauen Kalkstein, gleichfalls mit Feuerstein, der — wie er behauptet — in das rothe Ammoniten-Gestein übergeht, und auch noch einige Petrefacten desselben führt, was wohl nicht zu bezweifeln ist. Die untere Jura-Gruppe der Lias besteht aus weißlichem Kalkstein mit zweischaligen und thurmförmigen Muscheln, ferner aus einem dunkelfarbigen Kalkstein mit undeutlichen fossilen Resten und aus „Verrucano." Der einzige, deutliche Horizont in der ganzen Reihe — durch seine secundären Petrefacten genügend bezeichnet — ist der „ammonitico rosso." Der Lagerungs-Weise der Nummuliten-Gebilde im südlichen, wie im nördlichen Italien nach zu urtheilen, dürfte die große Masse oder untere Abtheilung der Albereſe-Kalksteine wirklich zur Kreide-Formation gehören.

Osten. Aus den Beziehungen der Gebilde zu den Schichten mit Kreide-Versteinerungen konnte ich nicht recht ermitteln, ob sie wirklich unter-tertiäre seyen; ich halte sie für einfache Verlängerungen des eocenen Macigno von Arezzo und dem Monte Consuma, in dem nummulitische Ablagerungen vorkommen. Bei ihrer Untersuchung mußte ich unwillkührlich Alex. Brongniart's gedenken, welcher, — als ich ihm charakteristische Exemplare des oberen silurischen Ludlow-Gebildes zeigte, in ihnen ächte Macigno-Gesteine zu erkennen glaubte. In der That, ich kann nur versichern, daß die wenig Glimmer- und Kalkerde-haltigen, erdigen Sandsteine, die an der Oberfläche durch Verwitterung eine aschgraue Farbe erlangen, auf denen einst Flaminius die Niederlage durch Hannibal erlitt, sich wenig von den Gebilden unterscheiden, auf denen Caractacus zum letzten Male den Römern Stand hielt, obwohl jene eocene oder jüngere Kreide-Ablagerungen, diese silurische, paläozoische Gesteine sind. Ich erwähne des Umstandes nur, um gewisse Geologen einer früheren Epoche zu entschuldigen, die — in einer an Petrefacten so armen Gegend — den Macigno als alte „Grauwacke" betrachteten und um zu zeigen, wie unstatthaft der Gebrauch dieses Wortes — außer in mineralogischem Sinne — sey. Der Macigno der Umgebungen von Perugia geht nach oben in plattenförmige Kalksteine über und wird von den Sandstein- und Mergel-Ablagerungen bedeckt, die das Baumaterial zu Perugia lieferten. *)

Am ganzen westlichen Ende der Apenninen von Foligno bis gegen Rom tritt kein Macigno auf, und die große Mulde zwischen diesem Theil der Apenninen im Osten und den secundären Kalkstein-Rücken der sienesischen und römischen Maremma im Westen wird ausschließlich von vulkanischen und tertiären Gebilden eingenommen; nur gegen Rom tauchen einige isolirte Hügel, aus Apenninen-Kalkstein bestehend, auf. Südlich von Narni und in den Sabiner-Bergen östlich von Rom, wo die Kalksteine deutlich der Kreide angehören, treffen wir von neuem nummulitische Kalksteine und Macigno, nicht an der äußeren oder westlichen Seite der Gebirgskette von Tivoli und Palestrina, sondern zwischen diesen Orten und Subiaco. Sämmtliche Kalksteine der Gegend, selbst der schöne Marmor, unter dem Namen „Occhio di Pavone" bekannt, enthalten Hippuriten. Auf meiner Wanderung durch's Gebirge von Palestrina nach Subiaco beobachtete ich, daß, während der Hippuriten-Kalkstein gegen die Ebene der Campagna eine steile Felswand bildet, wenn man ihn quer gegen seine Streichungslinie, oder nach Osten verfolgt, mächtige Windungen und Brüche der Schichten sich einstellen; bei Olevano wird er von Bänken

*) Eine Verletzung am Fuße verhinderte mich, die Hügel östlich von Perugia und Assisi zu untersuchen. Nummuliten sollen dort keine vorkommen,

unreinen, sandigen Kalksteines mit Nummuliten und Pecten-Arten bedeckt. Alsdann fällt die ganze Kalkstein-Gruppe unter Mulden von Macigno-Sandstein ein, jenen von Toscana ähnlich. Wenn diese Massen auch an der Oberfläche durch Verwitterung eine rostgelbe und aschgraue Farbe erlangen, so zeigt sich doch, frisch gebrochen, jener blaulich-graue Sandstein mit kleinen Körnern schwarzen Schiefers, der als Baumaterial von Florenz so wohl bekannt ist. Die Macigno-Schichten stehen bisweilen auf dem Kopf, sind — unter einem Streichen von S.-S.-O. nach N.-N.-W. — so zerbrochen und zwischen die älteren Kalksteine gepreßt, daß man leicht, mit ihren Verhältnissen weniger bekannt, auf den Gedanken kommen könnte, sie unterteuften die älteren Gesteine.

Bei Rojati (nahe der Mitte der Mulde) fällt der dünngeschichtete Macigno mit Schiefer-Lagen abwechselnd, unter geringem Winkel ein und geht nach unten in den nämlichen sandigen und kieseligen Sandstein über, welcher den Gipfel des pittoresken Kreide-Berges von Olevano bildet. Bei Subiaco ruht die Kirche von Maria della Valle auf geneigtem, grauem Macigno, der in abweichender Lagerung von horizontalen, tertiären Conglomerat-Massen bedeckt wird und nach unten in die oberen Schichten der Kreide-Kalksteine übergeht, welche alle Berge der Umgegend zusammensetzen, in deren Grotten St. Benedict sein berühmtes Kloster baute. Hier, wie bei Olevano, bestehen die Bildungen zwischen Hippuriten-Kalkstein und Macigno aus sandigen oder kieseligen, unreinen, gelblich-weißen Kalksteinen mit Nummuliten und Pecten. Bei Agosta, im Teverone-Thal, sind ausgedehnte Steinbrüche im Macigno; er zeigt sich sehr hart, von blaulicher Farbe, kaum zu unterscheiden von dem „Pietra forte“ von Florenz. Die Schichten fallen unter kleinem Winkel gegen das Thal und scheinen die mächtigen Kalkstein-Klippen von Agosta zu unterteufen; aber der Anschein trügt, es ist nur eine der großen Verwerfungs-Linien in der Gebirgskette, denn der Macigno hat eine Neigung von 10^0 bis 12^0, der secundäre Kalkstein fällt aber unter 45^0 ein.

Aus der kurzen Schilderung, welche A. Spada und Orsini*) von den Felsmassen zwischen der Wasserscheide der Apenninen und dem adriatischen Meere, in der Parallele von Ascoli und dem Tronto-Fluß, gegeben haben, geht hervor, daß dort eine weit größere Einfachheit im Gebirgsbau herrscht, als auf der westlichen Seite der Axe. Der Mangel eruptiver und vulkanischer Gebilde — die längs des westlichen Abfalles, der Gebirgskette eine so große Rolle spielen — mag wohl die bedingende Ursache sein. Die politischen Wirren im Lande hielten mich von einem Besuche

*) Bull. de la Soc. Géol. de France, 2me ser. II, pag. 408 (1845.)

der Küste des adriatischen Meeres ab; ich kann daher nur auf Spada's und Orsini's Beschreibung verweisen. Ihre Profile zeigen einen Uebergang aus dem „majolica“ genannten Kalkstein in darüber liegenden Kalkstein mit Nummuliten, und von da aufwärts durch graue unreine Kalksteine mit Fucoiden in Macigno. Ist nun die Majolica — wie ich vermuthe — Neocomien, und nicht jurassisch — wie die genannten Geologen glauben — vertritt sie die Kreide oder nicht: wir haben eine deutliche Reihenfolge (in ansteigender Ordnung), in welcher der Macigno die höchste Masse bildet, und nur von tertiären miocenen Schichten mit Gyps bedeckt wird. Nun bleibt die Frage übrig: was für Petrefacten finden sich in Gesellschaft der ächten Nummuliten? Sie scheinen den von mir bisher mehrfach beschriebenen ähnlich, und sind daher keine Kreide-Versteinerungen, sondern bilden eine besondere Gruppe. In diesem Falle sehen wir die wohlbekannte alpinische Reihenfolge von nummulitischen Kalksteinen vor uns, die bald auf dem Neocomien, bald auf den oberen Kreide-Gebilden ruhen, und von mächtigen Flysch-Ablagerungen bedeckt werden, d. h. von unreinem Kalkstein mit Fucoiden, von Sandstein u. s. w. Doch ein Umstand weicht gänzlich ab von den Verhältnissen im nördlichen Italien. Die miocene oder Gyps-führende Molasse der italienischen Geologen erscheint als eine ungleichförmige Masse zwischen Macigno und dem unteren Subapenninen-Gebilde. Ich glaube, daß das Phänomen ein örtliches ist, da außerdem bemerkt wird, daß bei Askoli die nämlichen Formationen gleichförmig über einander liegen. Was die miocenen und pliocenen Massen, und deren gegenseitigen Uebergang betrifft, so soll später die Rede davon seyn.

Weitere Beispiele von der Lagerung der Haupt-Massen von Macigno oberhalb der secundären Gebilde oder Hippuriten-Kalksteine des mittleren Italiens werden wohl überflüssig seyn. Auf dem oberen Weg von Rom nach Neapel kann der Wanderer leicht beobachten, wie in den Umgebungen von Ferentino nur wenig geneigte Schichten von Macigno und dünne Lagen sandigen Mergels von einem Scaglia-Rücken abfallen und sich unter den jüngeren Tertiär-Gebilden der Campagna verlieren. Die Macigno-Massen an der südwestlichen Seite des großen Vorgebirges von Sorrento, welches den südlichen Theil der Bai von Neapel bildet, liegen gleichfalls auf Kreide- oder Hippuriten-Kalkstein.

Am besten und lehrreichsten sind wahrscheinlich die Verhältnisse zwischen der oberen Kreide und den wahren eocenen Nummuliten-Gebilden am Monte Gargano zu sehen; auch von dem Besuche dieses Ortes hielten mich die politischen Zustände ab. Der verstorbene Pilla ist vielleicht der einzige Geolog, der denselben untersuchte und beschrieb. Leider war er damals noch

nicht so vertraut mit der Lagerungsweise und den fossilen Resten der fraglichen Gruppe, wie er später wurde, und ich weiß, aus seinem eigenen Munde, daß er noch einen wiederholten Ausflug nach dem Monte Gargano beabsichtigt hatte. Zu meiner Entschädigung fand ich in dem mineralogischen Museum zu Neapel, das unter Scacchi's*) einsichtsvoller Leitung steht, eine ausführliche Sammlung von Felsarten und Petrefacten vom Monte Gargano; aus ihrer Betrachtung blieb es mir nicht im Geringsten zweifelhaft, daß dort die nämliche Schichtenfolge stattfinde, wie in den venetianischen Alpen, im Kirchenstaate u. s. w. Als älteste Gesteine erscheinen dichte, harte, weiße Kalksteine mit Feuersteinen, außer Ammonites und Nerinea fünf Arten von Hippurites enthaltend. Alsdann folgen andere Schichten; rothe Breccie, eigenthümliche poröse Korallen-Kalksteine mit Pecten, Voluta, Oliva, Dentalium, Fusus, Terebellum u. s. w. Eine dritte Schichte enthält Balanus und Turbinolia. Der mit dieser Gruppe verbundene, weiße Kalkstein ist ein ächter „calcaire grossier" mit Nummuliten. Archiac hat die Nummuliten auf meinen Wunsch untersucht und erklärt, daß vier Arten auch in den unteren Pyrenäen vorkommen. Eine derselben, N. laevigata, (*Lam.*) findet sich überdies in dem London-Thon von Bracklesham, in den unteren Tertiär-Gebilden Belgiens und im Vicentinischen, während eine andere — N. planospira (*Boub.*) oder N. assilinoides (*Rut.*) — in den Alpen ungemein häufig ist, und die N. granulosa (*Arch.*) in den Pyrenäen und bei Dax getroffen wird. Das Alter der fraglichen Gebilde bleibt daher nicht zweifelhaft. Ich füge noch bei, daß in keinem der zahlreichen Handstücke, welche ich untersuchte, Nummuliten zugleich mit Hippuriten vorkommen, auch herrscht stets ein gewisser Unterschied zwischen dem harten, dichten, weißen Feuerstein-führenden Hippuriten-Kalkstein und dem weißen, grobkörnigen Kalkstein mit Nummuliten. Die Sammlungen vom Monte Gargano enthalten noch jüngere Versteinerungen aus einem Kalktuff, worunter Pecten latissimus, Panopaea Faujasii und andere wohl bekannte Subapenninen-Muscheln. Das Vorhandenseyn pliocener Ablagerungen, wie an den Küsten des mittelländischen und adriatischen Meeres, ist daher mit Sicherheit nachgewiesen.

Miocene, pliocene und jüngere tertiäre Ablagerungen in Italien.

Längst kannte man das Auftreten von pliocenen und miocenen Massen im nördlichen Italien, hatte aber den gegenseitigen Uebergängen der Gruppen nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Ich will daher zuerst zeigen, wie im

*) Scacchi will nun selbst den Monte Gargano besuchen, die Lagerungs-Verhältnisse und fossilen Reste beschreiben.

nördlichen Italien die älteſten miocenen (wenn nicht zum Theil eocenen) Gebilde ganz allmälig in die über ihnen liegenden Subapenninen-Schichten übergehen.*) Ich habe bereits bei der Schilderung der Gegend um Baſſano und Aſolo davon geſprochen und bemerkt, daß wir von Zigno eine Beſchreibung der foſſilen Reſte aus den Schichten zwiſchen den nummulitiſchen, eocenen Gebilden und den darüber liegenden Mergeln und Conglomeraten zu erwarten haben.

Die Gegend, welcher ich zuerſt die Aufmerkſamkeit zuwende, da ſie eine ununterbrochene Reihenfolge von den höchſten Schichten der eocenen oder von den tiefſten der miocenen Maſſen, durch eine mächtige Ablagerung der letzteren bis zu den ausgedehnten, pliocenen oder Subapenninen-Gebilden zeigt, iſt die Berg-Gruppe von Monferrato, die ſich in Hufeiſen-Form — durch den Lauf des Po bezeichnet — zwiſchen Turin im Weſten und Aleſſandria im Oſten hinzieht. In der großen, mit Alluvial-Ablagerungen erfüllten Ebene zwiſchen der nördlichen Biegung des Po und dem Wall kryſtalliniſcher und eruptiver Felsmaſſen, die das Ende der Alpen zuſammenſetzen, dürften wohl ehedem Kreide und eocene Gebilde vorhanden geweſen ſeyn. Sie ſind aber längſt verſchwunden. Die älteſten Geſteine, welche auf dem rechten Po-Ufer zu Tage gehen, erſtrecken ſich von Gaſſino über Caſalborgone bis zu den Bergen ſüdlich von Verrua, oder mit anderen Worten: ſie bilden die nördliche Grenze des Monferrato. Zwiſchen den weit verbreiteten ſandigen Mergeln treten gewiſſe eigenthümliche gefleckte Kalkſteine auf, in vertikalen oder hochgeneigten Schichten, welche — da ſie an einem Orte ein beſtimmtes Streichen zeigen und Nummuliten enthalten — von Collegno**) und Sismonda als Kreide-Gebilde beſchrieben wurden. Seitdem hat Pareto — meiner Anſicht beipflichtend — die fraglichen Schichten für tertiäre erklärt, die in inniger Verbindung mit den miocenen Maſſen von Superga ſtehen.

Von zwei ausgezeichneten Paläontologen aus Turin, Sismonda und Bellardi, begleitet, beſuchte ich den Berg. Eine gedrängte Schilderung

*) Ausführlichere Mittheilungen findet der Leſer in den Werken von Pareto, Pilla, Philippi u. ſ. w.

**) Vergl. Mém. de la soc. Géol. de Fr. vol. II, pg. 203. Collegno hat auch das ganze öſtliche Ende des Monferrato von Verrua nach Caſale als der Kreide angehörig auf ſeiner Karte bezeichnet, ohne weiteren Grund als das gelegentliche Vorkommen von dem Kalkſtein von Gaſſino, der hie und da Nummuliten führt. Ich bedaure, daß meine Zeit mir den Beſuch des öſtlichen Theils vom Monferrato nicht geſtattete, in dem — nach Collegno — eine viel größere Kreide-Parthie erſcheint, denn ich zweifle nicht, daß — allen Analogieen nach zu ſchließen — ein Uebergang in die wahren eocenen Ablagerungen, oder in den Flyſch der Alpen nachzuweiſen ſeyn dürfte.

möge hoffentlich jeden Zweifel über das Alter der Schichten beseitigen und zugleich einen allmäligen Uebergang in die jüngeren Tertiär-Gebilde darthun. Von den Ufern des Po, unfern Gassino hinansteigend, beobachtete ich glimmerige Mergel, die erst wenig geneigt, später auf dem Kopf stehen und allmälig in einen kalkigen Sandstein übergehen, der dort Molasse genannt wird. Weiter oben erscheinen sandige Mergel, gleichfalls in vertikalen Schichten, die einen Kalkstein-Streifen mit Nummuliten einschließen, der von N.-N.-O. nach S.-S.-W. streicht. Nach einem kurzen Zwischenraum finden sich Mergel mit unvollkommenen Pflanzen-Resten, alsdann folgt eine andere, ungefähr zwölf Fuß mächtige Bank blauen, harten Kalksteines, der von W.-S.-W. nach O.-N.-O. streichend, nach S.-S.-O. unter einem Winkel von 50° bis 60° einfällt und von unreinem Kalkstein oder von kalkigem Sandstein bedeckt wird. Weiter oben zeigt sich der nämliche, gefleckte Kalkstein, der unter beträchtlichem Winkel nach N. einfällt.

Das Alter dieser Gebilde einzig auf das Streichen hin bestimmen zu wollen — wie Collegno es versuchte — dünkt mir gewagt. Es genügt zu wissen, daß die Hauptmassen von W.-S.-W. nach O.-N.-O. streichen, und ebenso der nummulitische Kalkstein, die Conglomerat-Bänke, die Sand- und Mergel-Schichten, welche die Berge von Superga und Monferrato zusammensetzen. Den nummulitischen Kalkstein kann man als eine unregelmäßige Axe betrachten, über der gegen N. hin einige jüngere und zertrümmerte Schichten liegen, welche die Gyps-Hügel und einige andere Höhen an den Ufern des Po zusammensetzen und die pliocenen Massen von Berrua und Crescentino unterteufen. Gegen Süden liegt über dem Kalkstein die Reihe vom Superga und Monferrato. Das nummulitische Gebilde ist demnach tertiär, namentlich auch nach den Petrefacten zu schließen, die mit der Nummulina placentula (*Desh.*) vorkommen. Die Terebratula, in der Collegno eine Kreide-Art zu erkennen glaubte, ist bezeichnend für die ältere Tertiär-Gruppe der Gegend. Außerdem entdeckten wir in demselben Kalkstein eine große Auster, Ostrea gigantea, Fragmente von Pecten und Corallen und einen Fisch-Zahn (Oxyrhina Desori *Ag.*) sämmtlich charakteristisch für die Tertiär-Epoche. In den sandigen Schichten, die unmittelbar über den gestörten Kalksteinen ihre Stelle einnehmen, fanden wir Pecten Burdigaliensis nebst Pectunculus und Turbinolia. Das Alter der Ablagerung ist daher nicht zweifelhaft. Am meisten überraschte mich die Aehnlichkeit des gefleckten, dichten Kalksteines mit dem Gebilde von Castell Cucco zwischen Asolo und Possagno, das gleichfalls die oberste Grenze der der Nummuliten ausmacht. Ich glaube daher, daß, indem ich die nummulitische Basis des Profils vom Superga mit dem wohlbekannten Streifen in der deutlichen Schichten-Reihe an den Gehängen der venetianischen Alpen

verbinde, ich zugleich ein verknüpfendes Band zwiſchen den eocenen Ablagerungen der Alpen und den miocenen des nördlichen Italiens habe.

Die Entwickelung der Schichten, der allmälige Wechſel aus miocenen in pliocene Maſſen, der ſich abwärts von den Bergen ſüdlich von Caſtel Montalto nach der Ebene von Chieri einſtellte, verdienen beſondere Beachtung. Die grobkörnigen Conglomerate verſchwinden gänzlich, ſtatt ihrer ſtellen ſich Bänke von Sand und Mergel ein, mit Cerithium, Cardium, Vermetus, u. ſ. w. Auf dieſe folgen Schichten von Sandſtein und unreinem Kalkſtein, die in der Nähe von Caſtell Montalto mit Schiefer wechſellagern. Auf dem ganzen (ungefähr zwei engliſche Meilen umfaſſenden) Raum fallen die Schichten unter 20° bis 25° gegen S. ein, es finden ſich gewiſſe ſubapenniniſche Muſcheln, wie z. B. Lucina Astensis (eine wohlbekannte Art der Berge von Aſti) zugleich mit Cleodora obtusa und Ringicula Bonelli vom Superga — ein Beweis, daß Petrefacten zuſammen vorkommen, deren einige als Miocene, andere als miocene gelten können. Auf die miocenen Sandſteine folgen Mergel und Schiefer, häufig von anderen Mergel-Bänken bedeckt, die ſich unter dem gelben Sand von Chieri verlieren. Dieſe Mergel, die man gewöhnlich für ſubapenniniſch hält, und die von Sand-Ablagerungen bedeckt werden, welche die jüngſten Muſcheln der Gruppe führen, enthalten folgende Arten, die Sismonda für mich beſtimmt hat:

Turbinolia duodecimcostata *Goldf.* P.
Terebratula de Buchii *Mich.* M.
Ostrea cochlear *Poli,* P. M.
Pecten cristatus *Bronn,* P.
Nucula concava *Bronn.*
„ interrupta *Nyst.*
„ Nicobarica *Lam.* P.
„ placentina *Lam.* P. M.
„ rostrata *Lam.*
Limopsis aurita *Sassi* M.
Arca diluvii *Lam.* M.
Lucina Astensis *Bon.* M.
Lucina spuria *Desh.* P. M.
„ transversa, *Bronn* P.
Venus alternans *E. Sism. P.*
Erycina complanata *Récl.*
Bornia semiunlum *Phil.*
Dentalium circinnatum *Sow.*
„ coarctatum *Lam.* M.
„ fossile *Linn.* M.
„ inaequale *Bronn.* M.
„ pseudo-entalis *Lam.* M.
„ rectum *Linn.* M.
„ sexangulare *Lam.* M.
Cerithium vulgatum *Brug.* P. M.
„ inflatum *Bell.* M.
Nassa costulata *Ren.* M.
„ semistriata *Br.* P.
„ serrata *Br.* P.
Buccinum polygonum *Br.* P. M.
Cossidaria echinophora *Lam.* P. M.
Cassis texta *Bronn* P. M.
„ variabilis *Bell* u. *Mich.* M.
Cancellaria Bonelli *Bell.* M.
„ calcarata *Br.*

Cancellaria lyrata *Br.* M.
„ mitraeformis *Br.*
„ varicosa *Br.* P. M.
Pleurotoma brevirostris M.
„ cataphracta *Br.* M.
„ Coquandi *Bell.*
„ denticula *Bast.* M.
„ dimidiata *Br.* M.
„ intermedia *Bronn* M.
„ intorta *Br.* M.
„ monilis *Br.* M.
„ obtusangula *Br.* M.
„ rotata *Br.* P. M.
„ turricula *Br.* P. M.
Pleurotoma turritelloides *Bell.*
„ Rochettae *Bell.*
Raphitoma harpula *Bell.* M.
„ plicatella *Bell.* M.
„ vulpecula *Bell.* P. M.
„ columnae *Bell.*
„ textilis *Bell.* M.
Ficula ficoides *E. Sism.*
Fusus aduncus *Bronn* M.
„ angulosus *E. Sism.* P. M.
„ crispus *Bors.* M.
„ lamellosus *Bors.*
„ longiroster *Br.* M.
„ mitraeformis *Br.* M.
Triton Apenninicum *Bronn* M.
Ranella marginata *Sow.* P. M.
Ranella reticularis *E. Sism.* P. M.
Murex craticulatus *Br.* P.
„ funiculosus *Bors.*
„ fusulus *Br.* M.
„ Lassaignei *Grat.* M.
„ polymorphus *Br.* P. M.
„ spinicosta *Bronn* M.
Typhis fistulosus *Mich.* M.
Columbella nassoides *Bell.* M.
„ thiara *Bon.* M.
„ turgidula *Bell.* M.
Mitra scrobiculata *Br.* M.
„ pyramidella *Br.*
Conus antediluvianus *Brug.* M.
„ bisulcatus *Bell.* u. *Mich.* P.
„ Brocchii *Bronn* P.
Chenopus pes-gracili *Phil.* M.
Turbo fimbriatus *Bronn* M.
Solarium moniliferum *Bronn* M.
Phorus testigerus *Bronn* M.
Nerita proteus *Bon.* M.
Natica helicina *Br.* P. M.
„ pseudo-epiglottina, *E. Sism.* M.
„ millepunctata *L.* P. M.
Ringicula bonolli *Desh.* M.
„ buccinea *Desh.*
„ striata *E. Sism.* M.
Turritella subangulata *Br.* M.
„ varicosa *Br.*
Bulla uniplicata *Bell.* M.

Da die Schichten, in welchen die foſſilen Reſte zuſammen vorkommen, eine bedeutende Mächtigkeit beſitzen und wir ſelbſt bei Chieri noch eine große Zahl von Superga-Arten treffen, ſo geht daraus hervor, daß eine nicht geringe Anzahl von Schichten als miocen oder pliocen angeſehen werden kann, je nach den Formen, welche dem Beobachter ſich bieten. Unter den aus den blauen Mergeln geſammelten Arten, die geologiſch genommen, ſubapenniniſch ſind, (Caſtelnuovo und Pino) ſtammen die mit M. bezeichneten aus dem Miocen-Gebilde vom Superga; die mit P. bezeichneten ſind ausſchließlich pliocen, während gewiſſe Arten (P. M.) den Superga-Ablagerungen und den wahren eocenen gemeinſchaftlich ſind. Von dieſen 95 Arten,

die sich in einer Zone blauen Mergels finden, sind ihr 16 eigenthümlich, 52 kennt man in der miocenen, 10 in der pliocenen Gruppe, 17 gehören beiden Formationen gemeinschaftlich an.

Eine so wichtige Thatsache lehrt uns, daß — je enger die Geologen die künstlichen Schranken ihrer Formationen setzen wollen, es um so schwerer wird, bestimmte Linien zwischen den natürlichen Schichten-Gruppen zu ziehen, wenn sie, — wie diese — unmittelbar, ohne physische Störungen, auf einander folgen. Jedenfalls sollten alsdann, wenn die verschiedenen Glieder eines Systemes in ihren Lagerungs-Verhältnissen, in ihren mineralogischen und zoologischen Beziehungen solche Uebergänge zeigen, bei Colorirung einer Karte, die einzelne Gruppen bezeichnenden Farben an solchen Grenzlinien gleichfalls eine Mischung andeuten.

Wendet man sich von den fraglichen Sandstein-Schichten über Castel Montalto nach Pino und Chieri — der Neigungs-Winkel vermindert sich, je mehr man sich von der Höhe entfernt — so stellen sich über diesen mächtige Bänke gelben Sandes ein, hie und da mit Mergel wechsellagernd, welche die eigentlichen Subapenninen-Gebilde von Asti zusammensetzen, durch die Schriften Brocchi's und Anderer zu Genüge bekannt. In den obersten Schichten sind alle rein miocene Typen verschwunden, und wir sehen eine Gruppe von Petrefacten vor uns — Panopaea Faujasii u. a., welche bei St. Gallen und an anderen Orten die Meeres-Molasse der Schweiz bezeichnen. Ich mache die Geologen hier aufmerksam, mit dem Gebrauche gewisser Bezeichnungen vorsichtig zu seyn: in den Umgebungen von Turin wird das Wort Molasse auf Schichten wahren miocenen Alters ausgedehnt, während in der Schweiz der größere Theil des Gebildes pliocen ist. Dagegen sind die pliocenen Ablagerungen in der Schweiz harte Sandsteine und Conglomerate; in Italien bestehen sie aus weichem Mergel und aus Sand. Die wahren miocenen Ablagerungen von Asti nehmen eine breite, von den Flüssen Tanaro und Bormida bewässerte Mulde ein, auf deren Südseite sich jene glimmerigen und grünlichen Sandsteine der miocenen Epoche erheben, die im Piemont eine so bedeutende Rolle spielen. Bei einer früheren Gelegenheit (1828) durchwanderte ich, in Gesellschaft Lyell's, die Gegend zwischen Savona und Acqui, und bei meinem letzten Besuche kam ich von Genua, nach Alessandria gehend. Zwischen Gavi und Arquata bemerkt man alle die Charactere eines regenerirten Macigno, und bei Serravalle und Liguroſa treten unter den subapenninischen Mergeln Sandsteine in starkgeneigten Schichten hervor, unterteuft von außerordentlich mächtigen Conglomerat-Bänken, die unter 40° nach N. oder N.-N.-W. einfallen. So gelangt man zu der gegenüberstehenden oder südlichen Seite der großen Tertiär-Mulde von Asti, und befindet sich wieder im Gebiete der

Aequivalente des Superga-Conglomerates. Indeß konnte ich nicht, wie bei Gassino, einen unterteufenden Kalkstein entdecken. Dabei ist zu bemerken, daß das System von Macigno und Albereſe — welches Pareto als Aequivalent der nummulitiſchen Gruppe anſieht — bei Ronco unter ſtarkem Winkel unter die Conglomerat- und miocene Reihe von Piemont einfällt. Ich kann nicht mit Gewißheit ſagen, ob die Schichten von plattenförmigem Kalkſtein und von Macigno auf der Südſeite der Mulde gleichförmig unter der miocenen Reihe liegen; aber auf meiner eiligen Wanderung ſchien es der Fall, auch waren die Gebilde in einem weniger kryſtalliniſchen und veränderten Zuſtande, wie in den Umgebungen von Genua.

Die miocene Gruppe von Piemont umſchließt die Kohlen-Ablagerungen von Cadibona*), wohl bekannt, weil dort foſſile Reſte von Anthracotherium zugleich mit Flußmuſcheln vorkommen. Auf unſerer Wanderung durch die Halbinſel boten ſich uns Beiſpiele der Art in Menge. Das Zuſammenvorkommen von aus ſüßem Waſſer oder aus einer Meeres-Bucht abgeſetzten Schichten (die Melanopsis, Melania, Neritina enthalten) mit tertiären Meeres-Schichten wurde durch Pareto in mehreren Gegenden des nördlichen Italiens nachgewieſen.**) Bei Siena vermengen ſich die fraglichen Gebilde ganz deutlich mit den oberen ſubapenniniſchen Schichten. Bei Canniparola auf der weſtlichen Seite des Magra-Thales unfern Sarzana findet ſich Kohle wahrſcheinlich miocenen Alters — die bergmänniſch gewonnen wurde — zugleich mit mehreren Dicotyledonen-artigen Pflanzen-Reſten. Jetzt ſind die Werke verlaſſen. Eine nähere Unterſuchung an den Ufern eines Waldbaches, La Girona genannt, wo die Kohle zu Tage geht, belehrte mich, daß dieſelbe Pflanzen-führenden Schiefern untergeordnet iſt, die in hochgeneigten, nach Weſten einfallenden Schichten, auf Schiefer ruhen. Letzterer geht nach unten in weichen Macigno, oder in einen glimmerigen Sandſtein über, dieſer in dunkelfarbige Schiefer und Mergel mit muſcheligem Bruch. Dann folgte — wie es mir ſchien — ein Uebergang in den ächten harten und älteren Macigno mit weißen Adern; die früher ſtark geneigten Schichten ſtehen auf dem Kopf. Das Hauptſtreichen der zum Theil geſtörten Schichten iſt dem Gebirgszug der apuaniſchen Alpen parallel, von dem ſie durch eine beträchtliche Maſſe des unterteufenden Macigno getrennt ſind. Dagegen werden die Kohlen-führenden Gebilde von Schichten eines ockerigen, ſandigen Conglomerates bedeckt, das weiter von der Erhebungs-Axe entfernt, unter ge-

*) Ich beſuchte den Ort mit Lyell auf unſerer Reiſe von Savona nach Acqui. Die mächtigen Conglomerate ſind wahrſcheinlich gleichen Alters mit denen der Superga. Vergl. Lyell, Principles of Geology, vol. III, pag. 221.

**) Sopra alcune alternative di strati marini e fluviatili nei terreni di sedimento superiore dei Colli Subapennini. 1844.

ringerem Winkel nach dem Massa-Thal einfällt, und sich unter Alluvial-Ablagerungen verliert.

Am Abfall der Apenninen, in der Nähe von Bologna, finden sich blaue Mergel und Sandmassen der subapenninischen Epoche auf glimmerigem Sandstein ruhend. Diese Gebilde, in einer kleinen Antiklinale in der äußeren Parallele entblößt, zeigen sich besonders deutlich an der Hochstraße von Pianura nach Lojano, in einer Mulde abgelagert, an deren nordwestlicher Seite Braunkohlen-Schichten von Muscheln-führenden blauen Mergeln bedeckt werden, auf welche die Sandsteine und weißen Mergel folgen, auf denen Pianura steht. Oberhalb derselben erscheinen andere sandige Mergel mit Fragmenten eines dunkelgrauen, glimmerigen, eisenreichen Mergels, die bisweilen Cardium, Pectunculus, Nucula und Venericardia umschließen. Die Muscheln-führenden Schichten, von mächtigen Bänken blauen Mergels, und von gelben und weißen Conglomeraten und Sandsteinen bedeckt, gehören dem Subapenninen-Gebilde Brocchi's an; nachdem sie eine Strecke weit gegen W. einfallen, bilden sie eine Mulde. Von den Gipfeln der Conglomerat-Hügel bei Lojano ist das Fallen umgekehrt, oder nach N.-O., und die Subapenninen-Gruppe ruht auf der anderen Seite des Beckens auf glimmerigen Sandsteinen und Conglomeraten von bedeutender Mächtigkeit, wechsellagernd mit Mergelschiefern und grünlichen Sandsteinen. Die unteren Sandsteine und Conglomerate repräsentiren deutlich die Superga-Reihe und sind miocen. Bei Lojano werden, wie es mir auf meiner eiligen Wanderung schien — die miocenen Conglomerate durch eine longitudinale Verwerfungskluft von dem Macigno getrennt, der gegen Westen folgt; er ist nur leicht nach Osten geneigt, ein harter, glimmeriger, ächter Macigno-Sandstein, an der Oberfläche plattenförmig, geht nach unten in dicke Bänke über. Das Gestein, welches seine eigenthümliche Farbe durch zahllose kleine Schiefer-Fragmente erhält, läßt sich vom alpinischen Macigno oder dem Flysch der Alpen nicht unterscheiden. Er kommt am westlichen Ende der großen Wandungen von Albereſe und von anderen Kalksteinen vor, welche am Monte Berici und Sasso di Castro bei Covigliajo von Serpentin durchbrochen werden und die Hauptmasse der schon besprochenen Gruppe zusammensetzen, deren geologische Aequivalente in der Ermangelung von Petrefacten so schwer zu bestimmen sind.

Während also die Bologneser Apenninen eine innige Verbindung zwischen der miocenen und pliocenen Gruppe zeigen, lassen sie — so weit ich urtheilen kann — keine ungestörte Folge aus dem Macigno in die darüber liegenden miocenen Schichten wahrnehmen. Es schien mir sogar, als ich über Campo Santo und Crespiano nach Florenz hinabwanderte, als ob ein Conglomerat (vielleicht miocen?) die Gehänge der Berge von einem

noch höheren Alter bedeckte. Indeß fehlt, wie ſchon bemerkt, in jenem Theil Toscana's die Verbindung zwiſchen miocenen und pliocenen Gebilden gänzlich.

Die pittoresken Hügel um Lari, auf der ſüdlichen Seite des Arno unfern Piſa, welche ich in Pilla's Geſellſchaft beſuchte, beſtehen meiſt aus blauen Subapenninen-Mergeln mit Muſcheln und von gelbem Sand bedeckt; die Ostrea hippopus, Pecten laticostatus und Panopaea Faujasii finden ſich in Menge. Die Dörfer ſind meiſt auf ſolchen iſolirten Maſſen von Sand oder ſandigem Mergel erbaut, den Ueberreſten früherer, großer Auswaſchungen; die Schichten liegen alle horizontal. Die ſandigen und lehmigen Regionen zeichnen ſich durch eine reiche und fruchtbare Vegetation aus, während die ausgewaſchenen thonigen Mergel des Thales unfruchtbar ſind. Dieſe characteriſtiſchen Merkmale ſind allen tertiären Landſtrichen Italiens eigen; aus den Boden-Verhältniſſen, dem Zuſtande des Ackerbaues läßt ſich das Alter der Schichten allein erkennen. Bei Casciano ſüdlich von Lari, ſo wie in den Steinbrüchen von S. Frediana, treten tiefer liegende Sandſteine von größerer Härte ſchroff unter ihrer apenniniſchen Decke hervor, zertrümmerte Dome bildend. Die Schichten enthalten ungemein zierliche Echiniten, Oſtreen und andere Muſcheln, nebſt Fiſch-Zähnen, die in der darüber liegenden Formation nicht vorkommen. Die Maſſen beſtehen hauptſächlich aus kalkigem, gelbem Sandſtein, der hie und da in kalkigen Sandſtein oder in Kalkſtein übergeht, und oft zu gelben Sandbänken verwittert, in denen man kleine Höhlen ausgeweitet hat. Es iſt das nämliche Geſtein, das ſo viele Lenticuliten und andere Foraminiferen lieferte, die in den Werken von Targioni-Tozetti und Soldani beſchrieben ſind. Außerdem ſtellt ſich auch häufig eine kleine Terebratula ein, auf welche Pilla mich beſonders aufmerkſam machte, da ſie beim erſten Anblick an in paläozoiſchen Gebilden bekannte Formen erinnert.*)

Das Foraminiferen enthaltende Gebilde von S. Frediana iſt ohne Zweifel miocen; da aber daſſelbe hier ſich zwiſchen den Subapenninen-Schichten längs einer der, in der angrenzenden Maremma ſo häufigen Bruch-Linien erhob, ſo vermiſſen wir natürlich alle jene Bande, welche miocene

*) Vergl. „Osservazioni sopra l'età della pietra lenticolare di Casciano nelle colline Pisane di *Leopoldo Pilla*.“ In dieſer Schrift, welche Pilla nach einer gemeinſchaftlichen Unterſuchung mit mir herausgab, berichtigt er eine frühere Bemerkung. Er hatte den fraglichen Kalkſtein als ſubapenniniſch bezeichnet, der bei S. Frediana und bei Parlascio Eilande oder Riffe miocenen Alters in einer See der Subapenninen-Epoche bildete. Die Corallen, Lenticuliten, Echiniten, Terebrateln ſollen miocen ſeyn, gewiſſe Oſtreen und Pectiniten pliocen. Doch dürften letztere nicht identiſch ſeyn mit bekannten ſubapenniniſchen Arten. Mein dahingeſchiedener Freund hatte ſich über die gewöhnliche Horizontalität der ſubapenniniſchen Schichten eine

und pliocene Massen am Monferrato von Turin und bei den unteren Apenninen von Bologna verknüpften. Weiter südwärts, am Anfang der toscanischen Maremma, erscheinen aufs Neue miocene Gebilde, die Albereſe- und Macigno-Höhen bedeckend, und unfern Pomaja, auf dem Wege von Piſa nach der Maremma, die nämliche kleine Terebratula enthalten, wie bei Frediana. Ich unterſuchte die Gehänge des Seiten-Thales, durch welches der Weg führt, und wo die Miocen-Geſteine beträchtliche Gyps-Massen umſchließen. Alsdann wendete ich mich von Caſtellini nach den Kupfergruben vom Monte Catini und drang bis in das Innerſte vor*), um die Verhältniſſe der Kohlen-führenden Schichten kennen zu lernen. Man gewinnt Kohle in Menge und ſie würde ſich gewiß als ſehr brauchbar erweiſen, hätte das revolutionäre Treiben nicht alle öffentlichen und Privat-Ausgaben verringert. Glimmeriger Sandſtein — wahrſcheinlich miocen — mit Spuren von Pflanzen-Reſten findet ſich an dem kegelförmigen Hügel am Monte Catini; Serpentin und Gabbro haben aber hier ſo bedeutende Schichten-Störungen veranlaßt, daß keine deutliche Reihenfolge wahrzunehmen iſt. Villa war der Anſicht, daß ein großer Theil der thonigen, unfruchtbaren Mergel in den Umgebungen von Volterra, namentlich die tieferen Schichten, welche Gyps-Massen und Salz-Quellen umſchließen, der miocenen Gruppe angehören. Es fehlt an foſſilen Reſten, um darüber zu entſcheiden. Gewiß iſt, daß die mächtigen Bänke der an Verſteinerungen armen Mergel von anderen bedeckt werden, und dann von gelbem Sand und Sandſtein der „panchina“ auf denen die alte Stadt Volterra ruht. Dieſe ſind wahre Subapenninen-Schichten mit vielen Petrefacten.

Pomerancia, ſüdlich von Volterra, liegt auf einem hohen Plateau Muſcheln-führenden Tuffes, der ſich wohl bis zur oberen Abtheilung der pliocenen Gebilde erſtreckt. Aber die Berge im Oſten und Süden beſtehen aus Macigno und Albereſe — vielleicht der Kreide angehörig — mit

---

Anſicht gebildet, die mit der Neigung ſämmtlicher miocener Geſteine im Widerſpruch ſteht, und die ich nicht theilen kann. Ich glaube, daß die älteſten Tertiär-Schichten von dieſer Parthie des Beckens durch die darüber liegenden Massen in von Norden nach Süden ziehenden Linien emporgehoben wurden, und ich kann ihm nicht beipflichten, daß die älteren Massen alte Eilande waren, um welche die jüngeren Gebilde ſich abſetzten. Ich bin im Gegentheil überzeugt, daß hier, wie am Monferrato, die ganze ſubmarine Tertiär-Reihe nach einander, ohne Unterbrechung abgelagert wurde.

*) Hier wurde ich freundlich von Sloane, dem unterrichteten Eigenthümer der Gruben empfangen; auch lernte ich das Auftreten von Serpentin, Gabbro, und anderer eruptiver Geſteine kennen, deren Betrachtung aber nicht hierher gehört, ich verweiſe den Leſer auf die Schilderung, welche W. Hamilton gegeben. [Journ. of the Geol. Soc. of Lond. vol. I., pg. 291.

Kernen noch älterer Gesteine. Ich will hier weder bei diesen verweilen, noch bei den heißen Quellen, welche die Borsäure liefern,*) sondern nur der Kohlen-Ablagerungen am Monte Bamboli und Monte Massi gedenken, die noch weiter südlich liegen. Savi und Pilla haben die Felsmassen beschrieben, Matteucci hat die Kohle analysirt. Ich glaube, daß die Kohle gleichen Alters ist mit der von Cadibona in Piemont (also miocen) und der von Fuveau bei Toulon im südlichen Frankreich.**)

Am Monte Bamboli sind die Kohlen-Schichten achtzehn Zoll bis fünf Fuß mächtig und unter 30° geneigt; sie ruhen auf erdigen, zertrümmerten Schiefern, welche in Berührung treten mit der Oberfläche des sogenannten Albereſe der Gegend, so daß ich mich kaum des Gedankens erwehren konnte, die Ablagerungen seyen gleichmäßig auf einander gefolgt. Aber obwohl die oberen Schiefer, oder der Galestro des Albereſe allmählig in den sandigen Schiefer, und letztere in die Kohle überzugehen scheinen, und die ganze Ablagerung nach W.-S.-W. einfällt, so belehrten mich Profile am Monte Massi, daß die scheinbare Gleichförmigkeit zufällig ist. Zwischen der Kohle, die hier in zwei Streifen vorkommt, liegt ein erdiger, Muschelnführender Süßwasserkalk mit Mytilus; und oberhalb der Kohle finden sich thierische und pflanzliche Reste in einem Schiefer oder „bat,“***) der nach oben in einen dünngeschichteten, sandigen, unreinen Kalkstein übergeht, auf welchen ein erhärtetes thoniges Gestein, und dann Conglomerat folgt. Während die Kohlen-Schichten in dem Schacht westlich von den Werken unter 30° s.-w. einfallen, neigen sie sich nördlich, am Ufer des Baches nach N.-N.-O. und fallen an einem Ort unter 70° ein. Bei allen diesen Störungen scheint sich die Kohle nach den Biegungen und Neigungen des darunter liegenden sogenannten Albereſe zu richten. Außer Pflanzen-Resten und Mytilus hat man in dieser tertiären Kohle auch den Zahn eines Dickhäuters gefunden, den Pomel Jotherium benannte.

Noch andere Ablagerungen gleichen Alters bilden in der toskanischen und römischen Maremma zertrümmerte Mulden; ich besuchte die südlich vom Bergdorfe Monte Massi gelegenen. Auf die in ziemlicher Mächtigkeit entwickelte

---

*) Es scheint mir, daß die verschiedenen heißen Quellen aus Spalten kommen, die von N. und W. nach S. und O. ziehen, und daß solche parallele Risse die letzten Spuren bedeutender unterirdischer Störungen sind, die sich früher über den ganzen Landstrich ausdehnten.

**) Wegen der Beschreibung dieser Kohlenfelder vergl. Proc. of the Geol. Soc. of Lond. vol. I, pag. 150.

***) Unter „bat“ verstehen die Bergleute in Staffordshire Schieferthon oder Kohlenschiefer.

Anm. d. Bearb.

Kohle wurden drei Schachte abgeteuft. Eruptive Gebilde — namentlich Serpentin — ſind ſehr entwickelt, bilden die höchſten Gipfel, und beſonders jenen, worauf Monte Maſſi liegt. Hier hat das eruptive Geſtein, „Euphotid“ vertikale Maſſen von Albereſe aufgetrieben. Aber ſtatt des kurzen Zwiſchenraumes, der am Monte Bamboli zwiſchen der Oberfläche des Albereſe und der Kohle iſt, nehmen wir hier zuerſt ein Conglomerat von Albereſe, dann eine dicke Maſſe grauen Schiefers oder Thones wahr, und endlich ſandige Conglomerate mit Fragmenten von Serpentin, auf dem letzten Gebilde ruhen die Kohlen-Schichten. Die Reihenfolge iſt beſonders deutlich entwickelt, wenn man von Monte Maſſi nach den Ufern des Baches in S.-S.-W. herniederſteigt, wo die untere Kohle zu Tage geht. Dieſe untere Kohle iſt nicht die nämliche, wie am Monte Bamboli, denn nach oben, über Schiefer und Sandſtein, findet ſich zwiſchen demſelben Mytilus führenden Kalkſtein des Monte Bamboli eine andere Kohlen-Schichte, unter 25° nach S.-S.-W. einfallend. Alsdann folgt eine mächtige Bank thonigen Schiefers, deren Neigungs-Winkel abnimmt, je mehr ſich die Schichten dem breiten Thal nähern, das an der Mündung des Ombrone unſern Groſſeto endigt. Dem Schiefer und Thonſtein untergeordnet, erſcheint eine dritte und mächtige Kohlen-Ablagerung, auf welche man mehrere Schachte abgeteuft hat. Die Kohle zeigt ſich zum großen Theil, dem äußeren Anſehen und der chemiſchen Beſchaffenheit nach wenig verſchieden von der geringeren aber brauchbaren Qualität des britiſchen Brennmaterials aus der paläozoiſchen Formation. Unglücklicher Weiſe ſind die Kohlen-Ablagerungen von Monte Maſſi und Monte Bamboli weit von der Meeresküſte entfernt, keine Eiſenbahnen vorhanden, ſo daß, ohne eine öffentliche Unterſtützung, alle Bemühungen der Bergleute fruchtlos ſeyn werden. Die ſtatiſtiſchen Daten dieſer Kohlen-Regionen, die ungeheure Hitze, welche man in den tiefen Schachten von Monte Maſſi empfindet, die nicht entzündbaren Gaſe und andere intereſſante Punkte müſſen wir hier mit Stillſchweigen übergehen.

Wenn ein Geolog nur die Umgebungen vom Monte Bamboli unterſuchen würde, könnte er leicht zum Schluſſe gelangen, daß die Kohlenführenden Schichten unmittelbar auf den Albereſe-Kalkſtein folgten. Bei Monte Maſſi aber ſieht man, wie ſich unter dem Geſtein ein aus dieſem hervorgegangenes Conglomerat gebildet hat, ſo wie ein anderes vom Serpentin ſtammendes, und die eigentliche Baſis der merkwürdigen Kohlen-Ablagerung bildet, die obwohl zur miocenen Gruppe gerechnet und deutlich alle Subapenninen-Gebilde unterteufend, dennoch in hohem Grade einer Kohlen-Ablagerung aus einer älteren Epoche gleicht.*)

*) Ueber die Kohlenfelder in der toscaniſchen Maremma vergl. *Savi*, sopra i carboni fossili dei terreni mioceni delle Maremma Toscane, Pisa, 1843. Er führt

Ich vermag keineswegs die Grenzen und Verhältnisse aller Glieder der verschiedenen Tertiär-Gebilde in den verschiedensten Regionen Italiens anzugeben. Im südlichen Theil Toscana's bemerkte ich auf einer Wanderung von Volterra nach Siena, und bei Untersuchung der Eisenbahn-Durchschnitte unfern letzterer Stadt, daß die ganze pliocene oder sogenannte subapenninische Reihe, d. h. blaue Mergel, darüber gelber Sandstein („panchina") und Conglomerat, von Süßwasserkalk bedeckt werden, der die Plateau's zwischen Monte Reggioni und Colle bildet, und hier, in einer Schlucht, auf den Muscheln-führenden Subapenninen-Schichten ruht. Bei Castello St. Geminiano im Westen treten die subapenninischen Sandsteine schroff unter dem Kalktuff mit Lymnaea, Planorbis und andern Muscheln hervor; ähnliche Verhältnisse herrschen im Osten beim Monte Reggioni. Gegen Siena hin stellt sich ein mächtiger Travertin ein, und die harte und zellige Masse setzt wellenförmige Höhen zusammen; die tieferen Massen desselben bestehen aus einem grobkörnigen Conglomerat, das eckige Fragmente von Apenninen-Kalkstein — oft zwei bis drei Fuß im Durchmesser — umschließt. Die röthlichen Massen, die in Folge eines Eisenbahn-Durchstiches unfern der Quelle der Staggia entblößt wurden, gehören ohne Zweifel zu diesem unregelmäßig entwickelten Travertin-Gebilde, welches die Subapenninen-Gruppe bedeckt. In der ganzen Gegend bemerkt man beträchtliche Brüche und Störungen, und hie und da sind einzelne Massen des blauen Muscheln-führenden Mergels gegen die Conglomerate und den Travertin gepreßt.

Die allgemeine Schichten-Folge schien mir, in absteigender Ordnung, von der Humusdecke an: 1. Grobkörniges Alluvium. 2. Dünngeschichteter sandiger Lehm. 3. Kalkstein, mit Lymnaea und Planorbis, ruhend auf Travertin, und in denselben übergehend, von kalkigem Conglomerat begleitet. 4. Conglomerate von Apenninen-Kalkstein; die Oberfläche der runden Fragmente ist oft mit Balanus und Serpula bedeckt, zugleich findet sich gelber Sand, mit Ostrea und Pecten. Diese Gebilde gehen nach unten in einen kalkigen Sandstein über (panchina), mit Concretionen von Sandstein, das allgemein übliche Baumaterial in der Gegend. 5. Blaue Mergel, die sich besonders in ihrer oberen Abtheilung reich an Muscheln zeigen, der größere

---

unter den Petrefacten Knochen von Fleischfressern an, Zähne von Rodentien, Mytilus Brardii (*Brogn.*) und unvollkommene Abdrücke von Buccinum, Fusus, Cardium u. s. w. der Character der Pflanzen ist Palmen-artig; eine Musacea wurde von *Pietro Savi* Uraniophyllites genannt; außerdem kommen Fichten-Zapfen vor, Blätter von Dicotyledonen: Eiche, Platane, Flieder u. s. w. In noch anderen Werken hat Pilla diese Landstriche beschrieben; vergl. dessen „Sopra il carbon fossile trovato in Maremma," Florenz (1843) und „Breve Cenno della richezza minerale delle Toscana; Pisa, 1845.

und untere Theil der Mergel ist auf weite Strecken ebenso arm an organischen Resten, wie sie unfruchtbar sind. Die öde, traurige Gegend zwischen Siena und Radicofani besteht gänzlich aus diesen dunkelgrauen Mergeln. Die Conglomerat-Schichten, die losen Sandsteine und Mergel, auf denen Perugia steht, und in denen die alten Etrusker ihre Gräber aushöhlten, sind wahrscheinlich miocen. Jedenfalls gleichen sie in ihrer Beschaffenheit der Superga-Reihe, und bei Ficullo, zwischen Perugia und Orvieto, folgen auf sie Muscheln-führende subapenninische Schichten. In den vulkanischen Regionen zwischen Radicofani und Rom gibt es keine älteren Schichten, als die blauen Subapenninen-Mergel. Um die Aequivalente der miocenen Ablagerungen im südlichen Theil des Kirchenstaates zu finden, mußten wir entweder östlich in die Apenninen-Thäler wandern, oder über die Axe steigen, um die weitverbreiteten Massen mit Muscheln und Pflanzen-Resten zu untersuchen, die Orsini und A. Spada geschildert haben.

Die Betrachtung vulkanischer Gebilde im Kirchenstaat oder im Neapolitanischen darf uns hier nicht beschäftigen; ich möchte nur einige Worte über die Verbindung sagen zwischen subapenninischen Schichten, die um Rom zu Tage gehen und den mit ihnen verbundenen Gesteinen, und so die Reihenfolge geologischer Phänomene in den Umgebungen der alten Weltstadt darzuthun. Die ältesten zu Tage gehenden Schichten (und dies nur am Vatican, am Fuß des Monte Mario) bestehen aus blauem, Muscheln-führendem Mergel oder Thon, deren man sich in Menge als Ziegel-Erde bedient. Auf diese folgen Sandsteine, oft kalkig (panchina im Toscanischen) gelber Sand- und Conglomerat-Schichten, deren Material der Apenninen-Kalkstein fast einzig geliefert hat. Es ist dies Brocchi's Subapenninen-Gruppe, und in Bezug auf die Muscheln will ich nur bemerken, daß — obwohl viele Formen den oberen und unteren Schichten gemein sind, die sich in petrographischer Hinsicht so sehr unterscheiden, dennoch einzelne Arten vorkommen, wie Cleodora lanceolata und C. Vaticani, die allen den unteren blauen Mergeln angehören und sich nie in den darüber liegenden gelben Sandsteinen finden. Erwähnung verdient auch der Umstand, daß sich hier, wie bei Siena die größte Zahl von Muscheln in den Schichten einstellt, wo beide Abtheilungen sich vereinigen. Die blauen Mergel — das älteste Gebilde im Landstrich — werden also von gelben Sandsteinen und Conglomerat-Lagen bedeckt. Alsdann traten sie mit mannigfachem vulkanischen Material in Verbindung, das sich über sie lagerte, auch erlitten sie Hebungen. Dies nimmt man besonders am Abhang des Monte Mario wahr; hier erscheinen über den blauen Mergeln, gelben Sandsteinen, Conglomerat-Lagen die ersten Absätze submarinischen, vulkanischen Materials: Peperin und Tuff

oberhalb der höchſten ſubapenniniſchen Gebilde. Alsdann folgen Tuff, Peperin und andere vulkaniſche Maſſen der Campagna, die ſich in ſo ungeheurer Menge unter einem früheren Meere ausbreiteten; die Hügel von Rom, Villa Borghese bieten Beiſpiele. Es ſind dies die ſubmarinen Ablagerungen, welche den Schluß der Subapenninen-Periode bezeichnen.

Als nun dieſe Maſſen ein feſtes Land bildeten, und das Tiber-Thal zuerſt ein See oder breiter Fluß war, da ſammelte ſich Material in Menge an, hervorgegangen aus Zerſtörung und Verwitterung pliocener Schichten und der ſie bedeckenden, ſubmarinen vulkaniſchen Producte. Die Gebilde oberhalb Ponte Molle gewähren ein treffendes Beiſpiel. Ablagerungen der Art, lang vor unſerer eigenen Aera entſtanden, ſetzen dort kleine Hügel aus Gruß und Sand zuſammen, Fragmente vulkaniſcher Geſteine und eine Travertin-Bank umſchließend. In jenen Ablagerungen finden wir auch die unzähligen Reſte der Vierfüßler, die einſt Italien bewohnten. Ponzi hat ſie kürzlich von denen in der älteren Periode oder in den oberen Schichten der Subapenninen unterſchieden.*) In der vorhergehenden Epoche waren Elephas primigenius, (*Blum.*), Hippopotamus major (*Blum.*), Rhinoceros leptorhinus (*Cuv.*). Equus fossilis, Cervus primigenius Bewohner der angrenzenden Apenninen, von welchen ihre Gebeine mit vielen Gruß-Maſſen in die angrenzenden Buchten oder Seearme geſchwemmt wurden, um ſich hier mit Delphinen und Muſcheln zu vereinigen. Als dieſe Buchten nun gehoben, Land bildeten, die Ufer des alten oder breiten Tiber-Thales zuſammenſetzten, betraten neue Vierfüßler den Schauplatz. Wenn ſich deßhalb auch Gebeine aus der früheren Periode mit neueren foſſilen Reſten zuſammenfinden, ſo tragen jene doch deutlich das Gepräge, daß ſie von Waſſern fortgeſchwemmt und an einander geſtoßen wurden.

Unter den Thieren der poſt-pliocenen oder quaternären Ablagerungen, deren Ueberbleibſel man in ſolchen Hügeln, wie am Ponte Molle entdeckte, ſind Ursus, Meles antediluvianus, Felis brevirostris, Sus scropha fossilis, Equus fossilis, E. asinus fossilis, Cervus primigenius, Bos priscus, B. primigenius zu nennen, ferner Waſſervögel, Fröſche u. ſ. w. Von jener Epoche an — ſo neu in der geologiſchen Geſchichte, ſo fern in der menſchlichen — gelangen wir zu unſerer eigenen Aera; wir finden in dem neueren Alluvium der Tiber, zu einer Zeit, als der Fluß breiter war, Reſte von Dama Romana, Ovis aries, Capra aegragus, die obwohl verhältnißmäßig neu und von der Halbinſel verſchwunden, ſich hier in Geſellſchaft gewöhnlich neuer Typen zeigen, wie Bos bubalus (*Linn.*) — ein Beweis, daß der Büffel in Italien einheimiſch war.

---

*) Atti della ottava riunione degli Scienziati Italiani, Genova, pg. 679.

Wirft man einen Blick auf die Erschütterungen und Veränderungen, welche Italiens Tertiär-Gebilde erlitten haben, so bemerken wir — obschon in vielen Landstrichen Störungen eintraten, die nur eine oder die andere Gruppe betrafen — daß dennoch hinreichende Beweise eines Uebergangs derselben vorhanden sind. So sehen wir, wie wahre, eocene Ablagerungen in miocene Gebilde übergehen, die mit ihnen gehoben wurden und sie gleichförmig bedecken (Bassano, Asolo). In Toscana, in dem nördlichen Theil der Kirchenstaaten gibt es ferner Massen genug, die — wenn auch arm an fossilen Resten — sich dennoch als deren Aequivalente erwiesen haben. Manche der miocenen Kohlen-führenden Gebilde Toscana's folgen allen den Windungen, allen den Störungen, welche unter ihnen befindliche ältere Gesteine erlitten. Coquand vergleicht sie mit den Ablagerungen von Aix in Provence und von andern ihm bekannten Orten, und da sie dieselbe charakteristische Pflanze, Palmacites Lamanonis enthalten, so behauptet er, daß sie selbst als eocene Massen betrachtet, oder den Gyps-führenden Schichten des Pariser Beckens gleichgestellt werden könnten. Bei einer Vergleichung von Süßwasser- mit Meeres-Ablagerungen stößt man — wo keine ununterbrochene Folge vieler Schichten vorhanden — gewöhnlich auf Schwierigkeiten; aber da die Braunkohle jedenfalls jünger als irgend ein Glied der nummulitischen Reihe ist, die ich als eocene Gruppe des südlichen Europa's betrachte, so muß ich sie für miocene Massen halten, obwohl sie an einigen Orten nur die tieferen Schichten der Formation vertreten. Die so deutlich und vollständig entwickelten Ablagerungen am Monferrato und in den Umgebungen von Bologna lassen keinen Zweifel hinsichtlich eines Ueberganges aus miocenen in pliocene Gebilde übrig. Selbst in jenen, von Störungen heimgesuchten Gegenden der toscanischen Maremma bemerkt man doch, wie miocene Gebilde durch Gyps-führende Mergel bedeckt werden, die — obschon oft in geneigter Lage, — in ächte, subapenninische blaue Mergel übergehen.

Einige Geologen haben die miocenen von den pliocenen Ablagerungen Italiens zu unterscheiden versucht, weil die Schichten der einen hochgeneigt sind, die der andern horizontal liegen. Eine solche Methode ist falsch; denn wiewohl die mächtigen pliocenen, Muscheln- führenden Massen, die breite Thäler erfüllen oder große Mulden bilden, mehr oder weniger horizontal liegen, wo sie weiter vom Schauplatz der Störungen entfernt sind, gibt es doch der Regionen genug, wo sie sich in sehr geneigter Lage befinden. Wir brauchen uns hier nicht auf die Profile von Bassano, Monferrato, Bologna u. s. w. zu berufen; blaue Mergel und gelbe Sandsteine, die an den Ufern der Elsa in Toscana horizontal liegen, fallen östlich von Volterra unter 35° ein, und in noch größerer Entfernung bei Specchiagalione und

bei Pignano auf dem Weg nach Colle zeigen sie sich immer mehr geneigt, fast einen Erhebungs-Rücken bildend. Da, wo der basaltische Kegel von Radicofani die Tertiär-Mulden blauer Mergel — welche zwischen dem Monte Amato im Westen und dem Monte Cetona im Osten liegen — durchbricht, lassen die jüngeren Gebilde bedeutende Störungen wahrnehmen. In den Umgebungen von Rom, am Vatican u. a. a. O. liegen die blauen Mergel und Sandsteine ganz horizontal; verfolgt man die obersten Schichten derselben nach den Gipfeln des Monte Mario, oder nach Civita Vecchia, so treten alsbald die heftigsten Windungen und Brüche ein. An der Küste von Italien, wie in den Thälern des Arno und der Tiber, sehen wir viele Beispiele einer Reihenfolge von Schichten, denen bei Rom ähnlich, von der subapenninischen oder pliocenen Aera an aufwärts bis in die Periode, wenn alle die in gehobenen Meeres-Buchten vorkommenden Muscheln mit den noch jetzt in der See lebenden übereinstimmen. Ich habe hier nur noch beizufügen, daß die Oscillation, von welcher die Küste in historischer Zeit betroffen wurde, als der Serapis-Tempel in der Bucht von Pozzuoli ungefähr 25 Fuß unter sein jetziges Niveau sich senkte, um später wieder zu steigen, keineswegs die Folge lokaler Senkungen war, daß sie sich vielmehr auf die ganze angrenzende Küste Italiens erstreckte. Ich überzeugte mich am Vorgebirge von Gaeta — wo eine Felswand, aus Kalkstein bestehend, in's Meer hinein reicht — von der Richtigkeit der Beobachtung Pilla's *) und anderer Geologen, daß Pholaden, noch vorhandenen Arten angehörig, in derselben Höhe in das Gestein eingedrungen waren, wie am Serapis-Tempel. Aehnliche Beispiele kann man noch an vielen römischen Gebäuden in der Umgegend sehen.

Aber wenn wir auf solche Weise wirklich die Erfahrung machen, daß Oscillationen des Landes noch innerhalb der historischen Aera sich ereigneten, wer möchte es nur wagen, jene Erscheinungen, in Folge deren Italiens Küste um wenige Fuße gehoben wurde und sich wieder senkte, mit den großartigen Katastrophen zu vergleichen, welche Emportreibungen, Brüche und Umstürzungen im Felsgebäude der Alpen und Apenninen bewirkten? An langsame Hebungen und Senkungen ist da nicht zu denken, und der Geolog kann die seltsamen Phänomene nur als Monumente ungeheurer Kraft-Aeußerungen anstaunen, mit denen sich alle, noch so bedeutenden Vorgänge der Gegenwart nicht messen können.

*) Trattato di Geologia di L. Pilla. vol. I, pg. 334. Pisa, 1847.

Schluß-Bemerkungen.

Wenn wir noch einen Blick auf den Hauptgegenstand dieser Schrift zurückwerfen, und das Vorhandenseyn weit verbreiteter eocener Ablagerungen im südlichen Europa in's Auge fassen, so will ich hier nicht dabei verweilen, alle die Geologen aufzuzählen, welche die nummulitischen Gesteine der Alpen und in Italien zur Kreide-Formation rechnen. Es genügt zu wissen, daß sie in den Werken eines Elie de Beaumont, Dufrénoy, Studer, Escher und Anderer, wie auf den verschiedensten geognostischen Karten so betrachtet werden. Ich habe meine frühere Ansicht, daß Nummuliten den Kreide- und Tertiär-Gebilden der Alpen gemeinschaftlich seyen, wie sich aus dem Vorhergehenden zeigt, aufgegeben und will hier nur noch einige allgemeine Bemerkungen beifügen. Zunächst sey mir gestattet, der Geologen zu gedenken, die neuerdings durch ihre Untersuchungen im südlichen Frankreich neues Licht auf den Gegenstand warfen, und von unseren nördlichen Gegenden aus die Betrachtung beginnend, sehen wir am besten, wie die eocene Formation sich nach und nach ihren alpinischen und mittelländischen Charakter beilegt, den ich für ihren wahren und bezeichnenden halte.

Pratt, welcher die Umgebungen von Biaritz am nordwestlichen Fuß der Pyrenäen schilderte, glaubt, daß die dortigen nummulitischen und Muscheln-führenden Ablagerungen tertiär sind; *) da aber der größere Theil der Petrefacten (56 Arten) identisch sind mit Formen des Pariser Beckens, so glaubt er, daß die Schichten etwas älter sind, als die eocenen Gebilde des nördlichen Europa's. Die Meinung hat Vieles für sich, indem ein Theil der fraglichen Ablagerungen gleichsam den Zwischenraum repräsentirt, der in England durch den großen Bruch zwischen plastischem Thon und der Kreide bezeichnet wird. Die durch Pratt gesammelten Petrefacten wurden von d'Archiac untersucht; er erkannte unter hundert und acht Arten nur drei Kreide-Formen, **) und von diesen kommen zwei Individuen, Ostrea vesicularis (*Sow.*) O. lateralis (*Nilss.*) in anderen Gegenden auch in dem unteren Gebiet der Nummuliten-Formation vor.

Delbos hat die nummulitische Gruppe des Adour-Beckens in drei Theile getrennt; das untere Glied, welches Ostrea vesicularis (in Gesellschaft von Tertiär-Arten: Ostrea gigantea, Terebratula semistriata, Cancer quadrilobatus enthält), ruht auf Schichten mit Inoceramus Lamarckii und Ananchytes ovatus, welche letztere er für wahre Repräsentanten der weißen Kreide von Paris hält. ***) Es sind dies genau die nämlichen Verhältnisse,

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. 2me ser. vol. II, pag. 185.

**) Mém. de la Soc. Géol. de Fr. 2. ser. tom. II, pag. 191.

***) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. vol. IV, pag. 557, 713.

welche am nördlichen und südlichen Abfall der Alpen obwalten. Delbos bemerkt ferner, daß die zweite Abtheilung (in ansteigender Reihe) gleichfalls mit der Kreide verwechselt wurde, aus einem Kalkstein besteht, charakterisirt durch Schizaster rimosa, Hemiaster complanatus, Nummulina millecaput, (N. gigas; *Catullo)*, Serpula spiraea, fast sämmtlich Petrefacten, die in den Muschel-führenden, eocenen Ablagerungen des Vicentinischen vorkommen. In der dritten, obersten Abtheilung stellen sich wieder Ostrea lateralis und O. gigantea aus den unteren Schichten ein, in Gesellschaft zahlreicher tertiärer Muscheln. Es ist diese Bank ganz erfüllt mit Nummuliten in den Umgebungen von Bayonne, Corbières u. s. w., welche Nummuliten — wohl zu merken — fast ohne Ausnahme, die nämlichen Arten sind, wie in den Alpen. Die Thatsachen, welche Leymerie dargelegt hat, kommen — nach meiner Ansicht — ziemlich mit den von Delbos nachgewiesenen überein; während er zeigt, daß sein „terrain à nummulites" durch Vermittelung gewisser Petrefacten mit der Kreide in Verbindung steht, gibt er doch zu, daß beträchtliche Massen mit Nummuliten oberhalb der Kreide auftreten. Leymerie gründet darauf die Theorie seines „terrain épicrétacé;" den Umstand, daß die muthmaßlichen secundären Gebilde so sehr abweichen von jenen des nördlichen Europas, sucht er durch die Annahme zu erklären, daß sie in besonderen, getrennten Meeren abgesetzt wurden, so daß gewisse Thiere in dem einen Becken fortlebten, während sie in dem anderen ausstarben. Er ist daher geneigt, die nummulitischen Gesteine des Südens als oberen Theil der Kreide-Gruppe und als unteren Theil des Tertiär-Systemes im Norden anzusehen.

Einer solchen Meinung kann ich keineswegs beipflichten. Es wurde gezeigt, daß in der südlichen Zone, und zumal in den Alpen, die eigentlichen Uebergangs- oder Vereinigungs-Schichten von einem wirklichen Aequivalent der weißen Kreide unterteuft werden, dem andere Glieder dieser Formation folgen. Die Gebilde, welche Leymerie, einzig auf die Gegenwart der Ostrea lateralis und Terebratula tenuistriata hin, zur Kreide rechnet, gehören nach meiner Ueberzeugung den Zwischenbildungen an, und da die letztgenannte Versteinerung von der T. caput serpentis — eine Art, die hoch in die Tertiär-Ablagerungen hinaufreicht — kaum zu unterscheiden ist, so darf man auf derartige Schlüsse kein allzugroßes Gewicht legen, wenn die bezeichnendste secundäre Versteinerung, Ostrea lateralis, sich mit einigen characteristischen Tertiär-Petrefacten findet.

Mit vieler Klarheit suchte Talavignes*) zu beweisen, daß die nummulitischen Gesteine von Corbières jünger als Kreide sind, und wegen ihrer

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. IV, pg. 1127.

ungleichförmigen Lagerung in zwei Systeme zerfallen. Jedoch hat kein anderer Geolog einen allgemeinen Bruch nachgewiesen, so daß ich das Phänomen für ein örtliches halte, jenem ähnlich, das Favre in den Savoyer Alpen beobachtete. Uebrigens ergibt sich aus Talavigne's Untersuchungen, daß — mit Ausnahme einer Gryphaea — sämmtliche fossile Reste seiner beiden nummulitischen Systeme der Tertiär-Epoche angehören. Eine andere Thatsache, die Dufrénoy anführt, um seine und Elie de Beaumont's Ansicht: daß die nummulitischen Gesteine die oberste Abtheilung des Kreide-Systemes bildeten, zu vertheidigen, scheint mir unbegründet.*) Er bemerkt nämlich, daß die hochgeneigten nummulitischen Schichten von St. Justin (Dep. des Landes) von horizontalen Grobkalk-Bänken bedeckt wurden. Raulin und Delbos haben jedoch nachgewiesen, daß der muthmaßliche Grobkalk ein ächtes miocenes Gebilde sey, wir sehen daher nur einen solchen „Hiatus" in der Tertiär-Reihe, wie sie in den Alpen und in Italien so häufig sind. Raulin ging noch weiter; er zeigt,**) daß den Echinodermen-Arten zufolge in der nämlichen Gegend (Dax) ein ächtes Aequivalent der weißen Kreide vorkommt, und daß die darüber liegenden nummulitischen Gebilde eocene Petrefacten führen. Ueberdieß behauptet er, daß wo die Nummuliten-Formation erscheint, kein anderer Repräsentant der eocenen Gruppe auftritt. Raulin schließt daraus, daß die mächtige Hebung der Pyrenäen nach der eocenen Epoche statt hatte; und dies ist in den Alpen auch der Fall. Rouant hat ein „terrain eocène" in den Umgebungen von Pau beschrieben, mit der Nummuliten-Gruppe anderer Gegenden übereinstimmend; es ist eine Art von Zwischenbildung und enthält fünfunddreißig Arten des Pariser Beckens und fünf des Vicentinischen.

Mag man nun die Ablagerungen im südlichen Frankreich nennen, wie man will: ohne Zweifel sind sie gleichen Alters mit der nummulitischen Gruppe der Alpen, denn in den Schichten beider Landstriche, die dieselbe Stelle in der geologischen Reihe einnehmen, erscheinen die nämlichen Nummuliten und Orbitoliten, so wie viele Echinodermen und andere Muscheln.***)

*) Bull. de la Soc. Géol. de Fr. IV, pag. 561.

**) A. a. O. V, pg. 114.

***) Vergl. oben. — D'Archiac hat die Muscheln, welche ich aus den Alpen mitbrachte, mit denen aus dem südlichen Frankreich verglichen. Er schrieb mir unlängst, daß er keine zoologischen Gründe sehe, warum nicht die von ihm als asiatisch-mittelländisch bezeichnete nummulitische Gruppe, die sich von Asturien bis zu den Ufern des Brahmaputra ausdehnt, als der wahre Typus der unteren Tertiär-Formation betrachtet werde, während die früher als solche geltenden Ablagerungen (von Paris, London) unter mehr lokalen Einflüssen standen und einen alten Golf des nordwestlichen Europas umgaben. Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, daß eine bedeutende Anzahl von Petrefacten aus der Nummuliten-Gruppe im Museum zu

Den interessanten Bemerkungen Ewald's, über den wahren tertiären Charakter der Petrefacten im Vicentinischen, füge ich noch bei, daß derselbe in einem der geologischen Gesellschaft zu Venedig vorgetragenen Aufsatz aufmerksam macht, wie gewisse fossile Reste in dem Hippuritenkalk von Berre bei Marseille, obwohl den Nummuliten sehr ähnlich, sich von ihnen gänzlich unterscheiden, im Bau sowohl als in der linsenförmigen Gestalt. Boué — der mit mir seine frühere Meinung aufgibt — räumt ein, daß die Nummuliten als ein Ganzes der eocenen Gruppe einverleibt werden müßten, und gesteht, daß er nun einsehe, warum in gewissen Gegenden der Türkei miocene und jüngere Tertiär-Gebilde die nummulitischen Gesteine unmittelbar bedecken. Schon Constant Prevost beobachtete, daß Nummuliten mit Hippuriten in den Kalksteinen am Cap Passaro in Sicilien sich finden. Die nummulitischen Kalksteine ruhen unmittelbar auf Hippuriten-Kalkstein — eine Thatsache, deren ich schon gedachte. Coquand rechnet die nummulitischen Kalksteine und den Macigno von Marocco zur Kreide-Gruppe, und führt an, daß letztere jenen allenthalben bedeckten. Ich schließe daraus, daß die Reihenfolge in Afrika eine ähnliche ist, wie in Italien.

Werfen wir einen Blick auf die ungeheuren Flächen des nördlichen Rußland, so sehen wir die Ablagerungen oberhalb der Kreide ihren Typus des nördlichen Europa bewahren. Verfolgt man sie hingegen nach den Karpathen und der Krimm, so eignen sie sich alsbald den südlichen Typus an. Die Untersuchungen von Dubois oder Verneuil bestätigen vollkommen, daß die große Masse nummulitischen Kalksteins mit Ostrea gigantea und anderen eocenen Petrefacten deutlich oberhalb der Kreide auftritt. Dubois glaubt sogar, daß eine Art von Nummulina sich in Gesteinen mit ächten Kreide-Petrefacten finde. Mag dies auch seyn, mag eine ächte Nummulina in dem obersten Hippuriten-Kalkstein vom Cap Passaro vorkommen — es ist nur ein Beweis, daß das Geschlecht in jenen Regionen etwas früher in's Leben gerufen ward, wie in den Alpen und Apenninen. Dagegen sehen wir eine neue Bestätigung eines wirklichen Ueberganges aus secundären in ächt tertiäre Gebilde. Wie dem auch sey, die Thatsachen bleiben dieselben hinsichtlich der großen Massen von Nummuliten, welche das eocene System im südlichen Europa charakterisiren.*)

Cambridge, welche Münster einst in verschiedenen Alpen-Gegenden sammelte, nach sorgfältiger Untersuchung von M'Coy (dem Gehülfen Sedgwick's) als eocene Arten erkannt wurden.

*) Während des Druckes dieser Zeilen erhielt ich durch Verneuil Nachricht, daß in Asturien wahre Nummuliten-Gebilde oberhalb der Kreide-Gruppe auftreten. Die Kalksteine und Sandsteine jener Provinz, Hippurites und Radiolites führen, enthalten noch in Menge Orbitolites. Letztere — die irrthümlich für Nummuliten

Die nummulitischen Gesteine, welche in Egypten weite Strecken bedecken, gehören, ihrer fossilen Fauna nach, gleichfalls der eocenen Gruppe an. Unter den zahlreichen dem Museum in Turin zugesendeten Petrefacten erkannten Bellardi und ich auf den ersten Blick eocene Muscheln des Vicentinischen.*) Außer den in den Alpen so häufigen Nummullina millecaput und N. placentula, enthalten die egyptischen Felsmassen Bulla Fortisii *(Al. Brong.)*, Turritella vittata *(Lam.)*, T. imbricata, Rostellaria fissurella und Nerita conoidea — Formen, welche in dem Pariser Becken, im Vicentinischen und bei Nizza häufig sind. Alle anderen egyptischen Petrefacten — unter ihnen die Crustaceen und Echinodermen — haben sich, wenn auch nicht als identisch, doch als analog mit jenen der über der Kreide liegenden Gruppe der Alpen und Italiens erwiesen. Die nämlichen Typen von Pecten, von kleinen Spondylen und Cardiaceen, von Cassis, und andere einschalige Muscheln fehlen nicht.

Verfolgen wir die große nummulitische Formation aus Egypten und Kleinasien**) durch Persien über Bagdad nach den Ufern des Indus, so ist uns aus den Beobachtungen des Capit. Grand längst bekannt, daß in Cutsch dieselbe eine bedeutende Verbreitung besitzt, und daß ihren zahlreichen fossilen Resten, nach J. Sowerby,***) ein tertiärer Charakter eigen. Nummulitische Massen, aus Kalksteinen und Sandsteinen bestehend, setzen die von Süden nach Norden laufenden Gebirgszüge zusammen, welche Scinde von Persien trennen und die nach Cabul führenden Pässe bilden, wie

angesehen wurden — finden sich in Kreide-Massen, die von einem gelblichen Kalkstein mit Spatangus bedeckt werden, der wohl ein Aequivalent der weißen Kreide seyn mag. Ueber der Kreide-Gruppe liegt deutlich ein Kalkstein, reich an Nummuliten, der unter Sandsteinen einfällt. Die nummulitische Bank enthält Ostrea gigantea, Conoclypus conoideus, Serpula spiraea und andere eocene Leitmuscheln. In ganz Spanien, selbst in Malaga, scheint die nämliche Reihenfolge zu walten, auch hat die nummulitisch-eocene Gruppe, wie in den Alpen, die nämlichen Biegungen wie die Kreide-Gebilde erlitten, während die Versteinerungen beider Formationen verschieden sind. (Juni, 1849.)

*) Kaum die Hälfte dieser Sammlung war genau untersucht, als ich Turin im Juni 1848 verließ. Aus Russegger's Schilderung der Mocattam-Berge bei Cairo geht hervor, daß die nummulitischen Gesteine gleichfalls eocen sind, und daß ächte Kreide-Ablagerungen vorkommen, bedeckt von eocenen und jüngeren Tertiär-Gebilden. Indessen rechnet Russegger, wie viele seiner Zeitgenossen, die Nummuliten-Gesteine noch zur Kreide. [Vergl. Reisen in Europa, Asien und Afrika von J. Russegger.]

**) Vergl. Hamilton's Asia Minor, vol. I, pag. 405, 410, 500. — Durch Tchihatcheff werden wir bald neue interessante Mittheilungen erhalten.

***) Traps. of the Geol. Soc. of London. vol. V. (sec. ser.) pag. 289.

wir durch Capt. Vicary wiſſen. Nach den von ihm mitgebrachten Sammlungen zu urtheilen, ſcheint es, daß einige Glieder derſelben Gruppe ſich in der Richtung von Weſten nach Oſten in den unteren Himalaya-Gegenden hinziehen, wo Subbathu liegt. Auch in Aſſam ſollen ſie auftreten. Kein Geolog wird die Verſteinerungen aus dieſen ungeheuren öſtlichen Regionen (faſt ganz Pendſchab und einen großen Theil von Afghaniſtan umfaſſend) betrachten, ohne in ihnen die eocene Formation der Alpen und Italiens wieder zu erkennen. Statt der nämlichen fehlenden Leitmuſcheln der Kreide, Ammonites, Belemnites, Hamites, finden ſich ſechs oder ſieben Nummuliten-Arten,*) von welchen vier, Nummulina millecaput oder polygyratus, N. planospira oder assilinoides, N. crassa *(Boubée)* und N. Biaritzana *(d'Arch.)* identiſch ſind mit den weit verbreiteten Arten im ſüdlichen Europa. Ueberdieß erſcheinen die nämlichen Radiaten, Conchiferen und Mollusken, wie im ſüdlichen Europa. Einige der foſſilen Muſcheln aus Scinde können kaum von gewiſſen Arten des Vicentiniſchen unterſchieden werden, zumal Neritina conoidea (*Lam.*) oder Neritina grandis (*Sow.*), ſo wie Trochus agglutinans, zwei Arten von Natica u. ſ. w.**)

Wenn man die Geſteine dieſer Epoche aus den entlegenſten Welt-Gegenden mit einander vergleicht, ſo muß die große Uebereinſtimmung ihrer foſſilen Reſte in hohem Grade überraſchen; betrachtet man deren Aehnlichkeit mit den europäiſchen Typen, dann zeigt es ſich, wie ſolche durch gleiche oder ungleiche Beſchaffenheit der Ablagerungen bedingt iſt. Im Vicentiniſchen, am ſüdlichen Alpen-Gehänge, wo Mergel und weiße Kalkſteine ſehr häufig, finden ſich viel mehr dieſem Landſtrich und dem Pariſer Becken gemeinſchaftliche Arten, als am nördlichen Abfall des Gebirges, wo die Gebilde mehr ſandig und erdig ſind. Und neben der großen Uebereinſtimmung der Geſteins-Be-

*) Die Unterſuchungen Vicary's geſchahen im Auftrag des Generallieutenant Napier nach der Eroberung von Scinde. Schon früher machte mich L. v. Buch in einem Briefe (vergl. auch Bull. de la soc. géol. de Fr. vol. IV, pag. 542.) auf die Identität der nummulitiſchen Formation des ſüdlichen Europa mit jener, welche ſich vom Mittelmeer und von Egypten durch Perſien über Bagdad nach Hindoſtan zieht, aufmerkſam.

**) Morris unterſuchte zuerſt auf meine Bitte die Petrefacten von Scinde, und da er deren große Analogie mit den ſüdeuropäiſchen ſah, ſchrieb er ein Verzeichniß derſelben nieder. Ich ſendete ſie an d'Archiac nach Paris, daß er ſolche beſchreiben und mit der ihm ſo wohlbekannten nummulitiſchen Fauna des ſüdlichen Frankreich vergleichen möge. Ein Ergebniß dieſer gemeinſchaftlichen Unterſuchungen iſt die im Anhang befindliche Tabelle. Haime (der Gehülfe von Milne-Edwards) beſchäftigte ſich mit den Korallen und erkannte vier Arten als identiſch mit bekannten Formen von Nizza. Ich ſah im Muſeum zu Turin einen Cycloriten aus den Bergen zwiſchen Scinde und Cabul, den Bellardi dem Cyclolites Borsoni *(Mich.)* von Nizza gleichſtellt.

schaffenheit, welche Gebilde des Pariser Beckens mit nummulitischen Gesteinen von Scinde und Egypten zeigen, fällt noch besonders das stete Vorkommen gewisser identischer oder analoger Formen, selbst in diesen entfernten Regionen auf. Der eocene Typus des südlichen Europas erstreckt sich daher, geologisch und paläontologisch betrachtet, bis in das Innere Asiens; einzelne Verschiedenheiten in der Fauna bezeichnen nur die unter abweichenden Umständen in weit von einander entfernten Meeren abgesetzten Gebilde. Wenn wir einen Blick auf die Weltkarte werfen, und die, hie und da unterbrochene, aber unermeßliche Ausdehnung der nummulitischen Formation über fünfundzwanzig Breite-Grade und fast hundert Längen-Grade kennen lernen — deren nördlichster Rücken am nördlichsten Abfall der Karpathen dem südlichen Punkte in Cutsch identisch ist, deren westliche Massen in Spanien und Marocco jenen am Brahmaputra ähnlich sind, — dann fühlen wir erst die Bedeutung der Stelle, welche der Nummuliten-Gruppe in der geologischen Reihe gebührt. Und eine solche Gleichheit der Ablagerungen in den entlegensten Ländern wurde bei der oft großen Verschiedenheit in den petrographischen Charakteren nachgewiesen. Die schwarzen, halbkrystallinischen Kalksteine und Schiefer in den höchsten Bergen der Alpen von Wallis und Savoyen, mit ihren Arten von Cerithium und Melania, und die schwarzen Fisch-Schiefer von Glarus; die harten, kalkigen, grünen Sandsteine der Berner Alpen und in Baiern — sie alle wurden in der nämlichen Epoche abgelagert mit den weißen Kalksteinen, Mergeln und Sandsteinen des Monte Bolca und des Vicentinischen, mit den Massen in Egypten und Hindostan. Ja, wir sehen in den Alpen mächtige Bänke von Flysch und Macigno, die man oft für die ältesten secundären, sogar für Uebergangs-Gebilde halten möchte — und die ebenso jung sind, wie unser London-Thon, unsere Bagshot-Sandsteine!

Ich bedauere, hier von den Ansichten Elie de Beaumont's abweichen zu müssen; denn er sieht das „terrain à nummulites“ noch immer als ein Glied der Kreide-Formation an. In einem Punkt — wenn er behauptet, daß durch einstige Untersuchungen Uebergänge aller einander begrenzenden Formationen bekannt wurden — spricht er seine Uebereinstimmung mit längst von mir dargelegten Grundsätzen aus. Er glaubt mit mir, daß alle Störungen, alle Revolutionen nur lokale sind, im Verhältniß zur Oberfläche unseres Planeten, und daß selbst in zwei Formationen, die in abweichender Lagerung zu einander sich befinden, die nämlichen fossilen Reste vorkommen können. Offenbar ist ihm die weite Verbreitung eines ächten Repräsentanten der weißen Kreide in den Alpen nicht bekannt, und er nimmt an, daß die nummulitische Reihe auf Grünsand-Schichten ruhe, in der Voraussetzung, daß die nummulitische Gruppe und der Flysch jenes Gebir-

ges dem oberen Theil der Kreide-Formation entsprechen, und gleichsam die im nördlichen Europa so fühlbare Lücke zwischen der Oberfläche der Kreide und dem plastischen Thon ausfüllen. Wäre Beaumont's Classification richtig, dann würden die nummulitischen und Flysch-Massen, das „terrain épicrétacé", sicherlich durch einen Repräsentanten des Grobkalkes bedeckt werden, während fast allenthalben über der nummulitischen und Flysch-Gruppe — und zwar meist in ungleichförmiger Lagerung — miocene oder pliocene Gebilde ruhen. Selbst wenn sie gar keine fossilen Reste enthielten, so müßten die ungeheuren Ablagerungen dünngeschichteter Gebilde, welche die Aequivalente der Kreide bedecken, und über denen andere Gesteine, die bisher allein als jüngere tertiäre galten, erscheinen, gleichsam als Vertreter einer so langen Periode als ächte und wahre Aequivalente der eocenen Epoche angesehen werden. *)

Und nun noch einige Worte über die Veränderungen, welche die Annahme der von mir dargelegten Ansichten auf geologischen Karten bewirken müssen. Bei früheren Classificationen der Felsmassen des südlichen Europa's wurde gewöhnlich die eocene Formation fast ganz weggelassen, weil sie meist den oberen Theil einer zusammenhängenden, ununterbrochenen Schichten-Reihe bildet, deren Basis der Neocomien-Kalkstein, oder das tiefste Glied des Kreide-Systemes ist. In manchen Gegenden mag es freilich — wenn der Maßstab der Karte nicht ein großer — sehr schwierig seyn, eine Trennung der eocenen Ablagerungen von denen der Kreide anzudeuten, dagegen ist es eben so leicht, als nothwendig, diese Formation durch eine gewisse Farbe auf weite Strecken hin zu bezeichnen, und auf solche Weise von den Kreide-Massen einerseits und von jüngeren Tertiär-Schichten andererseits zu

*) Vor kurzer Zeit erhielt ich einen Brief von d'Orbigny; „Drei Jahre sind es" — so bemerkt er — „daß mich ausgedehnte Untersuchungen über Nummuliten beschäftigen. Bei Vergleichung aller Resultate muß ich nothwendig zwei verschiedene Epochen erkennen, zwei Schichten-Gruppen, die unmittelbar auf einander folgen, deren jede aber ihre besondere Fauna besitzt. Die eine dieser Epochen, welche ich in den französischen Alpen, in den Pyrenäen, und in den Gironde-Gegenden beobachtete, entspricht dem plastischen Thon von Paris und London, und da sie zu den unteren Sand-Ablagerungen von Soissons gehört, habe ich sie als „Etage Suessonien" bezeichnet; die andere, in den Alpen und im Gironde-Becken ebenso häufig, den Grobkalk von Paris bis zum Gyps von Montmartre und dem London-Thon umfassend, nenne ich „Etage Parisien." Ich habe diese Thatsache in einem Werke, das bald erscheinen wird, ausführlich behandelt. Bei der Uebung, welche ich im Bestimmen solcher fossilen Reste erlangte, ist es mir leid, nicht nach London kommen zu können, um Ihre Sammlungen zu untersuchen; die Petrefacten, welche ich bei Verneuil sah, stimmen völlig mit denen aus den französischen Alpen und aus den Pyrenäen überein. Die Versteinerungen, welche Tchihatcheff unlängst aus Klein-Asien mitbrachte, bestätigen meine Ansicht, daß diese tertiären Gebiete auch in Hindostan verbreitet sind."

scheiden. Selbst auf Uebersichtskarten dürfte eine derartige Trennung zu bewerkstelligen seyn. Keine geologische Unterscheidung ist wohl wesentlicher, als die zwischen unteren tertiären Felsmassen und oberen secundären Gebilden, um so mehr, da mit Ausnahme gewisser Verbindungs-Schichten, beide Gruppen keine Petrefacten gemeinschaftlich besitzen, und die deutlichsten Beweise bieten, daß sie in ganz verschiedenen Epochen gebildet wurden, als die submarine Thierwelt eine große Veränderung erlitt.

Hinsichtlich des Haupt-Gegenstandes, den ich hier zur Sprache brachte, bemerke ich noch, daß, wo verschiedene Glieder des Kreide-Systemes auftreten, vom Neocomien, oder dem Aequivalent des unteren Grünsand aufwärts durch den Gault und oberen Grünsand in die obere Kreide einschließlich, stets alle Arten des Geschlechtes Nummulina oberhalb solcher Gebilde erscheinen, und ferner, daß mit Ausnahme von einer oder zwei Arten von Gryphaea und Terebratula — Conchiferen von besonderer Ausdauer kommen gewöhnlich in den Zwischen- oder Uebergangs-Bildungen oberhalb der Kreide und nie über den unteren Schichten der nummulitischen Gruppe vor — sämmtliche Petrefacten, die sich in Gesellschaft der Nummuliten finden, die Charaktere der eocenen Epoche tragen. Ich freue mich dieser, auf geologische Untersuchungen gegründeten Folgerungen um so mehr, da sie im vollen Einklang sind mit den Beobachtungen, welche die ausgezeichnetsten Naturforscher unserer Zeit aus dem Studium fossiler Reste schöpften. Brongniart, Deshayes und d'Orbigny halten schon lange die Nummuliten-Gebilde des südlichen Frankreichs für tertiär. Agassiz rechnet sie zu einer besonderen oder unter-tertiären Gruppe. Bronn versetzt in seiner werthvollen tabellarischen Uebersicht aller bekannten Petrefacten — welche besondere Aufmerksamkeit verdient — die nummulitische Gruppe an die Basis aller Tertiär-Ablagerungen. — Beharrliche Untersuchungen haben stets die Harmonie der physischen Geologie mit der Paläontologie nachgewiesen.

Ich erlaube mir, hier am Schlusse noch einmal auf die Folgerungen hinzudeuten, die ich aus den merkwürdigen Erscheinungen des Metamorphismus, der Schichten-Biegungen, Windungen und Brüche zog, welche in den Alpen und Apenninen so großartige Wirkungen hervorbrachten; zugleich will ich die Resultate, zu welchen ich gelangte, noch einmal kurz zusammenfassen:

1) Während in den östlichen Alpen silurische, devonische und Kohlen-Gebilde vorkommen, hat die paläozoische Gruppe des südlichen Europa nirgends Spuren vom permischen System des nördlichen Europa aufzuweisen.

2) In den östlichen Alpen, und namentlich in Tyrol, stellen sich über den paläozoischen Gebilden Glieder der Trias-Formation ein, charakterisirt durch Muschelkalk-Petrefacten und durch manche, der alpinischen Zone dieses Systemes eigenthümliche Arten; in den westlichen Alpen wurde bis jetzt noch keine Spur von diesen Petrefacten gefunden.

3) Das jurassische System der Alpen und Apenninen besteht aus zwei verschiedenen Kalkstein-Formationen; die untere vertritt den Lias und unteren Oolith, die höhere die Oxford-Gruppe, welche in Rußland eine so bedeutende Rolle spielt, obwohl die petrographische Beschaffenheit ihrer Glieder eine ganz verschiedene.

4) Die Kreide-Gruppe des südlichen Europa's besteht aus hartem, hie und da krystallinischem Neocomien-Kalkstein, — zum großen Theil Aequivalent des englischen unteren Grünsandes — ferner aus Schichten mit Versteinerungen des Gault und oberen Grünsand, und aus rothen und weißen Kalksteinen mit Inoceramus, Repräsentanten der weißen Kreide.

5) Wo die Reihenfolge eine vollständige und ununterbrochene, lassen die Kreide-Gebilde der Alpen und Apenninen gleichförmige und unmerkliche Uebergänge (sowohl in petrographischer als zoologischer Hinsicht) in die nummulitische Gruppe wahrnehmen, in welcher, so wie in den, zwischen und über ihr auftretenden Massen von Flysch oder oberem Macigno die secundären Typen verschwinden und statt deren eine eocene Fauna sich einstellt.

6) Durch die Gegenwart fossiler Reste — namentlich der Nummuliten und Echinodermen — hat man die Verbreitung der eocenen Gruppe vom Mittelmeer durch Egypten, Klein-Asien und Persien bis Hindostan nachgewiesen, wo sie die westlichen und nördlichen Grenzen von britisch Indien bildet.

7) Die Bezeichnungen: Karpathen-Sandstein, Wiener Sandstein, Flysch und Macigno wurden auf secundäre und tertiäre Gesteine ausgedehnt; aber in den Alpen, wie in den Apenninen repräsentiren Nummuliten-führende Abtheilungen derselben, zugleich mit gewissen Schichten über ihnen, die eocene tertiäre Epoche.

8) Die Kreide- und nummulitische eocene Formation der Alpen wurde ohne Unterbrechung unterhalb des Meeres abgelagert; sie erlitten seitdem bedeutende Biegungen und Brüche, in Folge deren bisweilen jüngere Gesteine unter älteren liegen.

9) Der einzige allgemeine Charakterzug von Unabhängigkeit der Formationen in den nördlichen Alpen beruht auf dem großen Bruch

und dem „Hiatus“ zwiſchen früher vorhandenen nummulitiſchen eocenen und Flyſch-Maſſen, und zwiſchen den ſpäter gebildeten Molaſſe- und Nagelflue-Schichten.

10) Die foſſilen Reſte der Schweizer Meeres-Molaſſe — man mag ſie nun jüngere pliocene oder ältere miocene nennen — enthalten eine große Proportion lebender Arten von Meeres-Muſcheln, während die mit ihnen verbundenen und ſie bedeckenden Ablagerungen, bisweilen auch Molaſſe genannt, Petrefacten enthalten, die ſämmtlich ausgeſtorbenen Arten angehören; es können daher die nämlichen Namen nicht als Aequivalente angewendet werden, um unter dem Meer abgeſetzte Tertiär-Schichten und auf dem Land gebildete zu bezeichnen.

11) Obſchon am ſüdlichen Abfall der Venetianer Alpen auf die nummulitiſche eocene Gruppe jüngere Tertiär-Ablagerungen folgen, die gleichfalls unter hohen Winkeln aufgerichtet, ein der älteren Kette paralleles Streichen beſitzen (Baſſano, Aſolo), ſo iſt doch wahrſcheinlich, daß ſolch eine äußere, untere Parallele nach der Haupt-Erhebung der ſecundären und eocenen Gebilde ſtatt hatte, in Folge deren letztere bisweilen auf den Alpen-Gipfeln zurückblieben.

12) Ungeachtet aller lokalen Störungen läßt das nördliche Italien gleichmäßige Uebergänge von den oberſten eocenen, oder unterſten miocenen Gebilden bis in die höchſten ſubapenniniſchen Schichten wahrnehmen, in welchen die meiſten Muſcheln von noch lebenden Arten nicht zu unterſcheiden ſind.

13) Seit der Ablagerung der miocenen Maſſen und jüngſten Meeres-Gebilde hat Italiens Küſte, zum Theil noch in der hiſtoriſchen Ära, Oscillationen erlitten. Es ſind dieß die letzten Symptome einer unterirdiſchen Thätigkeit, die ſich in früheren Epochen in den Alpen, Apenninen und Karpathen in bedeutenderer Stärke zeigte.

Anhang.

Arten der nummulitiſchen eocenen Gruppe, denen eine bedeutende geographiſche Verbreitung eigen.

Nummulina	millecaput (*Boubée*) = N. polygyratus (*Desh.*)	Alpen. Pyrenäen. Krimm. Das Vicentiniſche. Egypten. Scinde.
„	planospira (*Boubée*) = N. assilinoides (*Rut.*)	Südl. Frankreich. Pyrenäen. Alpen. Karpathen. Apenninen. Monte Gargano (Neapel.)
„	Biaritzana (*d'Arch.*) = N. atacica *Leym.*) = N. acuta (*Sow.*) = N. regularis (*Rut.*)	Alpen. Biarit. Cutſch. Scinde.
„	rotularis (*Desh.*) = N. globulus (*Leym.*) = N. laevigata (*Pusch.*) ?	Südl. Frankreich. Pyrenäen. Alpen. Krimm. Karpathen ?
„	placentula (*Desh.*) = N. intermedia (*d'Arch.*)	Südl. Frankreich. Alpen. Krimm. Egypten. Scinde ?
„	globosa (*Rut.* u. *Arch.*) = N. obtusa (*Joly* und *Leym.*) (Var. v. Biaritzana.)	Alpen. Südl. Frankreich.
„	laevigata (*Lam.*)	London. Paris. Belgien. Pyrenäen. Das Vicentiniſche. M. Gargano.
„	crassa (*Boubée.*) = N. obtusa (*Sow.*)	Alpen. Pyrenäen. Cutſch.
Orbitolites	submedia (*d'Arch.*) = O. Prattii (*Mich.*)	Südl. Frankreich. Pyrenäen. (Matſee.) Alpen.
„	discus (*Rut.*)	Südl. Frankreich. Alpen. Scinde.
„	patellaris (*Brunner.*)	Alpen.
„	stellaris (*Brunner*) = Calcarina stellata (*d'Arch.*)	Schweizer Alpen. Das Vicentiniſche. Nizza. Südl. Frankreich.

Zoophyten.

Trochocyanthus bilobatus (*Edwards* u. *J.Haime*, Ann. des Sc. nat. 3 ser. IX, pg. 331.)	Nizza. Scinde.
„ multisinuosus (*Edwards*.. und *J. Haime*, ibid. pag. 336.)	Nizza. Scinde.
„ dem T. cyclolitoides nahekommend (dieſelben daſelbſt.)	Scinde.
Trochosmilia corniculum, (dieſ. pag. . 240.)	Nizza. Scinde.
Stylocaenia emaciata (dieſ. daſ.) . . .	Paris. Scinde.
Ceratotrochus dem C. exaratus nahe . ſtehend (dieſ. daſ.)	Scinde.
Cyclolites Borsoni (*Mich.*)	Rivalta (Bormida). Nizza. Scinde.
Astraea radiata (*Lam.*)	Paris. Das Vicentiniſche. Rivalta. (Bormida.)
Meandrina profunda (*Mich.*)	Das Vicentiniſche. Rivalta. (Bormida).

Anmerkung. Der größere Theil der Korallen aus dem Vicentiniſchen wurde noch nicht mit denen von anderen Fundorten verglichen.

Radiarier.

Pygorhynchus Cuvieri (*Münst.*). . .	Paris. N. Alpen.
„ subcylindricus (*Ag.*) . .	Trient. Alpen.
Conoclypus conoideus (*Lam.*). . . .	N. Alpen (S. Alpen). Pyrenäen. Aſturien. Das Vicentiniſche. Nizza. Krimm. Egypten.
Echinocyamus profundus (*Ag.*)	Trient. Schweizer Alpen.
Echinolampas politus (*Ag.*)	N. Alpen. Südl. Frankreich.
„ subsimilis (*Ag.*) . . .	Pyrenäen. Trient. Cutſch.

Anmerkung. Die Menge und Mannigfaltigkeit von Echinodermen-Arten, welche ſich in der nummulitiſchen Gruppe der Alpen, Pyrenäen und in Indien finden und über 100 Arten betragen, charakteriſiren dieſe Formation beſonders; keine derſelben iſt in den Kreide-Gebilden bekannt. Der größere Theil der Arten gehört zu den Geſchlechtern Echinolampas, Conoclypus, Pygorhynchus, Eupatagus, Hemiaster, Schizaster (*Ag.*)

Cruſtaceen.

Cancer Sonthofiensis	Sonthofen, baieriſche Alpen.

Anmerkung. Noch andere Cruſtaceen-Arten ſind in den Alpen, in Egypten, in Scinde häufig.

Anneliden.

Serpula spirulaea (*Lam.*)	Paris. Schweizerische und baierische Alpen. Das Vicentinische. Asturien.

Conchiferen.

Cytherea elegans (*Lam.*)	London. Paris. Das Vicentinische.
Venericardia acuticostata (*Lam.*) . . = V. Laurae (*Brong.*) = Cardium semigranulatum.	Paris. Das Vicentinische.
Venericardia minuta (*Leym.*)	Pyrenäen. Nizza. Egypten.
Chama squamosa (*Sow.*)	London. Bassano.
Pholadomia Puschii (*Goldf.*)	London? Südl. Frankreich. Westphalen. Nizza. Das Vicentinische. Scinde.
Crassatella sulcata (*Sow.*)	London. Schio. Das Vicentinische.
Pecten corneus (*Sow.*) = P. suborbicularis (*Münst.*) .	London. Kressenberg. Schweizer Alpen.
„ plebejus (*Lam.*)	Paris. Kressenberg. Schweiz. Alpen.
„ scutularis (*Lam.*)	Paris. Kressenberg. Schweiz. Alpen.
Ostrea gigantea (*Dubois.*) = O. latissima (*Desh.*) .	Paris. Pyrenäen. Südl. Frankreich. Das Vicentinische. Nizza. London. Asturien. Krimm.
„ multicostata (*Desh.*)	Paris. Pyrenäen. Nizza. Egypten.
Terebratula bisinuata (*Desh.*) = T. subalpina (*Münst.*) .	Paris. Kressenberg.
Spondylus cisalpinus (*Brong.*)	Nizza. Sardagna bei Trient. Vicentinische und baierische Alpen.

Mollusken.

Conus diversiformis (*Desh.*)	Paris. Scinde.
„ stromboides (= C. concinnus, *Sow.*) .	London. Bassano. Das Vicentinische.
Ovula tuberculosa (*Duclos*)	Paris. Krimm. Scinde.
Voluta Cithara (*Lam.*)	Paris. Scinde.
„ harpula (*Lam.*)	Paris. Bassano.
Bulla Fortisii (*Brong.*)	Das Vicentinische. Egypten.
„ striatella (*Lam.*)	Paris. Das Vicentinische.
Terebra Vulcani (*Brong.*)	Das Vicentinische. Scinde.
Cerithium giganteum (*Lam.*)	London. Paris. Venet. Alpen. Nizza. Krimm. Scinde, u. s. w.

Cerithium hexagonum (*Lam.*) = C. pentagonum (*Fortis*) = C. Maraschini (*Brong.*)	Paris. Cotentin. Das Vicentiniſche.
„ cornucopiae (*Lam.*) = C. armatum (*Münst.*)	Paris. Cotentin. Das Vicentiniſche.
Rostellaria fissurella	Paris. Nizza. Das Vicentiniſche. Egypten.
Strombus Fortisii (*Brong.*)	Das Vicentiniſche. Scinde.
Fusus longaevus (*Lam.*)	London. Das Vicentiniſche. Paris. Baſſano.
„ intortus (*Lam.*)	Paris. Baſſano.
Neritina conoidea (*Lam.*)	Paris. Pyrenäen. S. Tirol. Das Vicentin. Egypten. Scinde.
Natica sigaretina (*Lam.*)	Paris. Nizza. Das Vicentiniſche. Scinde, u. ſ. w.
Pleurotoma semicolon (*Sow.*)	London. Baſſano. Poſſagno, u. ſ. w.
„ undata (*Lam.*)	Paris. Baſſano.
Melania costellata (*Lam.*)	Paris. Schweizer Alpen. Das Vicentiniſche.
„ lactea (*Lam.*) = M. Stygii (*Brong.*)	Paris. Das Vicentiniſche.
Turritella Archimedis (*Brong.*)	Paris. Pyrenäen. Egypten.
„ imbricataria (*Lam.*)	London. Paris. Schweizer Alpen. Das Vicentiniſche. Egypten. Krimm. Scinde.
„ vittata (*Lam.*)	Paris. Nizza. Das Vicentiniſche. Egypten. Scinde.
Trochus monilifer (*Lam.*)	Paris. Scinde.
„ agglutinans (*Lam.*)	Paris. Das Vicentiniſche. Scinde.
Nautilus ziczac (*Sow.*)	London. Kreſſenberg. Matſee.

Anmerkung. Unter den mir kürzlich durch Capitän Vicary aus Subbathu in Hinduſtan zugekommenen Petrefacten befindet ſich ein Fragment vom Kinnbacken und ein Zahn eines Gavial-artigen Thieres, von dem Owen ſagt, es ſcheine rundere Zähne zu beſitzen, als die neueren Arten in Italien, und erinnere in dieſer Beziehung an unſere alte britiſche Art von Brackleſham. Keine der Verſteinerungen aus den unteren Himalaya-Gegenden deutet auf ältere Formationen, als die eocene. — Unter dem Namen Scinde möge der Leſer Cabul, Pendſchab, das Thal von Kaſchmir und einen Theil von Aſſam begreifen. Vigne, der kürzlich Kaſchmir beſuchte, zeigte mir Kalkſtein mit Nummuliten von da.

Nachschrift.

Als Ergänzung zu meinen eigenen, unbedeutenden Beobachtungen über den Trias der Venetianer und Tiroler Alpen verweise ich den Leser auf das neueste Werk von Catullo: „Prodromo di Geognosia palaeozoica delle Alpi Venete; Modena, 1847.“ Außer den oben genannten, häufigen Muschelkalk-Arten führt Catullo noch einige neue Arten an, darunter die interessante Trias-Pflanze Voltzia brevifolia (*Brong.*). Er zählt ferner Petrefacten aus der Kreide- und Jura-Gruppe jener Gegenden auf, und theilt Abbildungen der Cephalopoden mit. Ich kann über einen Punkt, dessen er gedenkt, nicht entscheiden: daß gewisse Arten dem oberen Jura und Neocomien gemein seyen. So leid es mir thut, einem so erfahrenen Naturforscher, wie Catullo zu widersprechen, muß ich dennoch bemerken, daß wo ich eine Gegend, in der eine deutliche Schichtenfolge vorhanden, untersuchte, auch die von Zigno angedeuteten zoologischen Unterschiede nicht zu fehlen pflegten. Bei Fällen der Art hängt Alles von richtiger Auffassung der Verhältnisse ab. Catullo beschreibt ferner fünf Nummuliten-Arten aus den Tertiär-Ablagerungen des Vicentinischen. Ich überlasse es Anderen zu erklären, ob diese Petrefacten nicht schon früher von Autoren benannt wurden. In einem anderen Werke, „Cenni sopra il terreno di sedimento superiore; Venezia, 1847“ hat Catullo eine Anzahl tertiärer Korallen abgebildet.

So eben erhalte ich eine neue geologische Karte der Umgebungen von Wien durch J. Cžizek, auf welcher der „Wiener Sandstein“ als älter wie der Alpen-(Jura?)Kalkstein bezeichnet ist! Ich habe die Gegend nicht genau genug untersucht, um eine solche Annahme zu widerlegen, aber ich halte fest an den, in dieser Schrift vorgetragenen Thatsachen, und da der bayerische Flysch, gleich jenem der Schweiz, ohne Zweifel jünger als Kreide ist, so kommt es Oesterreichs Geologen zu, zu zeigen, daß ihr „Wiener Sandstein“ weder eine Verlängerung dieser Ablagerung, noch eine sandige Abänderung irgend eines Theils der Kreide-Gruppe sey.

nern.
Alp
a
a
b
c
d